

11-168

44,6

Азәрбајчан ССР  
Елмәр Академијасы  
Академия наук  
Азербайджанской ССР

ISSN 0002-3078

# МӘРҮЗЭЛЭР ДОКЛАДЫ

ЧИЛД

XLIV

ТОМ

6

1988

24115



# МЭ'РУЗЭЛЭР ДОКЛАДЫ ТОМ XLIV ЧИЛД

№ 6

«ЕЛМ» НЭШРИЈАТЫ — ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭЛМ»  
БАКЫ — 1988 — БАКУ

ДАН Азерб. ССР публикует краткие сообщения об оригинальных, нигде не печатанных ранее, результатах научных исследований, представленные академиками АН Азерб. ССР, которые тем самым берут на себя ответственность за научные достоинства представляемой статьи.

В «Докладах» не публикуются крупные статьи, механически разделенные на ряд отдельных сообщений, статьи полемического характера, без новых фактических сообщений, статьи полемического характера, без новых фактических данных, статьи с описанием промежуточных опытов, без определенных выводов и обобщений, 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).

Будучи органом срочной информации, журнал «ДАН Азерб. ССР» принимает и отбирает к печати статьи, объем которых допускает их публикацию и установленные решением Президиума АН Азерб. ССР сроки.

В связи со всеми перечисленными ограничениями отклонение статьи редакцией «Доклады АН Азерб. ССР» означает только, что она не согласуется с требованиями и возможностями этого журнала и не исключает ее публикации в других изданиях.

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция журнала «Доклады АН Азерб. ССР» просит авторов руководствоваться приведенными правилами и надеется, что авторы ознакомятся с ними прежде, чем пришлют статью в редакцию.

1988 Доклады  
№ 6 АН Азерб. ССР

...ил, к рассмотрению не принима  
...иметь представление члена АН  
...ется (см. выше).  
...ение редакцией не принимаются.  
...единственным поводом для вне  
...ажность сообщения и рассмотре  
...решение редколлегии.  
...ленные статьи на рецензию.  
...ного автора в год. Это правило  
...т Академии наук Азерб. ССР.  
...следует поместить статью, а  
...ной классификации (УДК). К  
...ит в двух экземплярах, пред  
...налов ВИНТИ.  
...те учреждения, в котором вы  
...же полный почтовый адрес и  
...вторга.  
...ть лицо, с которым редакция  
...означает, что статья принята  
...копью вновь рассматривается  
...ть вместе с первоначальным  
...ия. Датой поступления счи  
...а статьи.  
...е более 1/4 авторского листа  
...таблицы, библиография (не  
...должно превышать четырех,  
...ейки на мелованной бумаге,  
...эго увеличения. Шрифтовые  
...ются, а даются на кальке.  
...х экземплярах. Повторение  
...недопустимо. Рисунки долж  
...тем ясность передачи всех  
...маге. Подписи к рисункам  
...ва интервала на отдельной  
...зываются фамилии авторов,

Блокки)



Н. А. РУСТАМОВ

**О МАТРИЦЕ РАССЕЯНИЯ И АДИАБАТИЧЕСКИХ ИНВАРИАНТАХ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ ОСЦИЛЛЯТОРОВ С ТОЧКОЙ ПОВОРОТА**

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

1. Рассмотрим систему дифференциальных уравнений

$$y'' + \lambda^2 A(x)y = 0, \quad (1)$$

где  $\lambda > 0$  — большой параметр,  $x \in R$ ,

$$y = (y_1, y_2)^T, \quad A(x) = \{a_{ij}(x)\}_{i,j=1}^2$$

В настоящей работе приведены формулы, описывающие асимптотику матрицы рассеяния ( $S$  — матрицы) и полных изменений адиабатических инвариантов системы (1) при наличии простой точки поворота. Эти задачи хорошо изучены в случае одного уравнения второго порядка — линейного осциллятора. Подробное изложение основных результатов можно найти в [1]. Для систем вида (1) определение  $S$ -матрицы дано в [3], в [2] выписаны адиабатические инварианты. В указанных работах получены также асимптотические формулы в случае, когда система не имеет точек поворота. Большой обзор работ по теории адиабатических инвариантов имеется в [5].

2. При определенных условиях [3] система уравнений (1) имеет две системы фундаментальных матриц  $\{Y_{1,2}(x, \lambda)\}$  и  $\{\bar{Y}_{1,2}(x, \lambda)\}$  со следующей асимптотикой при  $\lambda \rightarrow \infty$  и  $x \in V$  ( $V$  — некоторое ограниченное подмножество  $R$ ):

$$Y_{1,2}(x, \lambda) = T(x) \exp \int_{x_1}^x \left( \pm i \lambda \Lambda^{\frac{1}{2}}(t) - \frac{1}{4} \Lambda^{-1}(t) \cdot D \Lambda(t) - \text{diag} T^{-1}(t) \cdot DT(t) \right) dt (I + \lambda^{-1} \psi_{1,2}(x, \lambda)), \quad (2)$$

$$\bar{Y}_{1,2}(x, \lambda) = T(x) \exp \int_{x_2}^x \left( \pm i \lambda \Lambda^{\frac{1}{2}}(t) - \frac{1}{4} \Lambda^{-1}(t) \cdot D \Lambda(t) - \text{diag} T^{-1}(t) \cdot DT(t) \right) dt (I + \lambda^{-1} \bar{\psi}_{1,2}(x, \lambda)),$$

причем

$$\|\psi_{1,2}(x, \lambda)\| \leq \psi_{1,2}(x), \quad \lim_{x \rightarrow \infty} \psi_{1,2}(x) = 0,$$

$$\|\bar{\psi}_{1,2}(x, \lambda)\| \leq \bar{\psi}_{1,2}(x), \quad \lim_{x \rightarrow -\infty} \bar{\psi}_{1,2}(x) = 0. \quad (3)$$

Здесь

$$\Lambda^{\alpha}(x) = \text{diag}((p_1(x))^{\alpha}, (p_2(x))^{\alpha}), \quad \alpha = -1, 1/2, 1, \quad T(x) = (l_1(x), l_2(x)),$$

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Э. Ю. Салаев (главный редактор), Г. Б. Абдуллаев, М. Т. Абасов,  
В. С. Алиев, Г. А. Алиев, Дж. А. Алиев, И. Г. Алиев, Дж. Б. Гулиев,  
Н. А. Гулиев, М. З. Джафаров, Ф. Г. Максудов, А. А. Надиров,  
Ю. М. Сеидов (зам. главного редактора), М. А. Усейнов,  
Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

© Издательство «Элм», 1988 г.



$p_1(x)$ —собственные значения,  $l_1(x)$ —правые собственные векторы матрицы  $A(x)$ ,  $I$ —единичная  $(2 \times 2)$ —матрица,  $x_1, x_2$ —фиксированные конечные точки из  $R$ .

В силу (3) формулы (2)—„двойные“, т. е. для фиксированных  $\lambda$  первая формула справедлива при  $x \rightarrow \infty$ , вторая—при  $x \rightarrow -\infty$ .

Формулы (2) неверны в окрестности точки поворота и необходимо еще найти асимптотику решений системы (1) с учетом влияния точки поворота. В частном случае матрицы  $A(x)$  такой результат удастся получить методом В. В. Кучеренко [4].

Обозначим через  $U_\varepsilon$   $x$ —окрестность точки  $x_0=0$ , через  $e_j^*$  — левые собственные векторы матрицы  $A(x)$ .

**Теорема 2.1.** Пусть  $A(x)$ —вещественная симметричная матрица,  $A(x) \in C^2(R)$ , при всех  $x \in R$   $p_1(x) > 0$ ,  $x_0=0$ —единственная простая точка поворота системы (1), т. е.  $p_1(0)=p_2(0)=p_0$ ,  $p_1'(0) \neq p_2'(0)$  и пусть  $p_1'(0) > 0$ . Тогда система (1) имеет систему фундаментальных матриц  $\{Y_{1,2}(x, \lambda)\}$ , для которой при достаточно больших  $\lambda$  существуют малые  $\varepsilon$  и  $\delta$ , такие, что  $\varepsilon > \lambda^{-1} > \delta > 0$  и при  $x \in U_\varepsilon \setminus U_\delta$  асимптотика матриц  $Y_{1,2}(x, \lambda)$  описывается формулами

$$Y_{1,2}(x, \lambda) = T(x) M_{1,2}(x, \lambda) \exp \int_0^x \left( \pm i \lambda \Lambda^{\frac{1}{2}}(t) - \frac{1}{4} \Lambda^{-1}(t) \cdot D \Lambda(t) - \text{diag } T^{-1}(t) \cdot DT(t) \right) dt (I + O(\lambda^{-1})). \quad (4)$$

Здесь

$$M_1(x, \lambda) = \begin{pmatrix} 1 & \frac{Q_2(x, \lambda)}{\sqrt{\lambda}} \\ \frac{Q_1(x, \lambda)}{\sqrt{\lambda}} & 1 \end{pmatrix}, \quad M_2(x, \lambda) = \begin{pmatrix} 1 & \frac{Q_4(x, \lambda)}{\sqrt{\lambda}} \\ \frac{Q_3(x, \lambda)}{\sqrt{\lambda}} & 1 \end{pmatrix},$$

$$Q_1(x, \lambda) = - \left( \frac{\pi \sqrt{p_0}}{|\rho_1'(0) - \rho_2'(0)|} \right)^{1/2} \exp \left( \frac{i\pi}{4} \text{Sgn}(\rho_1'(0) - \rho_2'(0)) \right) \times$$

$$\times l_2^*(0) l_1^*(0) (\rho_1^{1/2}(x) - \rho_2^{1/2}(x)) \exp \int_0^x (i \lambda (\sqrt{p_2(t)} - \sqrt{p_1(t)}) +$$

$$+ l_1^*(t) l_1'(t) - l_2^*(t) l_2'(t)) dt \cdot \text{Sgn } x,$$

$$Q_2(x, \lambda) = - \left( \frac{\pi \sqrt{p_0}}{|\rho_1'(0) - \rho_2'(0)|} \right)^{1/2} \exp \left( \frac{i\pi}{4} \text{Sgn}(\rho_2'(0) - \rho_1'(0)) \right) \times$$

$$\times l_1^*(0) l_2^*(0) (\rho_2^{1/2}(x) - \rho_1^{1/2}(x)) \exp \int_0^x (i \lambda (\sqrt{p_1(t)} - \sqrt{p_2(t)}) +$$

$$+ l_2^*(t) l_2'(t) - l_1^*(t) l_1'(t)) dt \cdot \text{Sgn } x,$$

$$Q_3(x, \lambda) = \overline{Q_1(x, \lambda)}, \quad Q_4(x, \lambda) = \overline{Q_2(x, \lambda)}.$$

3. Пусть выполнены условия:

1) существуют пределы  $\lim_{x \rightarrow \pm\infty} A(x) = A_\pm$ , причем

$$A(x) - A_+ \in L_1(0, \infty), \quad A(x) - A_- \in L_1(-\infty, 0];$$

2) собственные значения  $p_1^\pm$  матриц  $A_\pm$  различны и положительны.

При этих условиях из формул (2) получаем, что система уравнений (1) имеет две системы фундаментальных матриц  $\{Y_\pm(x, \lambda)\}$  и  $\{\tilde{Y}_\pm(x, \lambda)\}$ , определяемые следующими асимптотическими формулами:

$$Y_\pm(x, \lambda) = \Lambda_\pm^{-\frac{1}{4}} \exp \left( \pm i \lambda \Lambda_\pm^{\frac{1}{2}} x \right) (I + O(1)) \quad \text{при } x \rightarrow \infty,$$

$$\tilde{Y}_\pm(x, \lambda) = \Lambda_\pm^{-\frac{1}{4}} \exp \left( \pm i \lambda \Lambda_\pm^{\frac{1}{2}} x \right) (I + O(1)) \quad \text{при } x \rightarrow -\infty.$$

Каждое решение  $y$  системы (1) можно представить в виде

$$y = Y_+(x, \lambda) a^+ + Y_-(x, \lambda) b^+ = \tilde{Y}_+(x, \lambda) a^- + \tilde{Y}_-(x, \lambda) b^-, \quad (5)$$

где  $a^\pm$  и  $b^\pm$  — векторы-столбцы, зависящие только от  $\lambda$ .

**Определение 3.1.** Матрицей рассеяния системы (1) называется матрица

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

удовлетворяющая условию

$$\begin{pmatrix} a^+ \\ b^- \end{pmatrix} = S(\lambda) \begin{pmatrix} a^- \\ b^+ \end{pmatrix},$$

где  $S_{ij}(\lambda)$ — $(2 \times 2)$ —матрицы.

**Теорема 3.1.** Пусть система (1) имеет системы фундаментальных матриц  $\{Y_{1,2}(x, \lambda)\}$  и  $\{\tilde{Y}_{1,2}(x, \lambda)\}$  с асимптотикой (2), выполнены условия теоремы 2.1 и условия 1, 2. Тогда асимптотика матрицы рассеяния системы (1) при  $\lambda \rightarrow \infty$  описывается формулами

$$S_{11}(\lambda) = \exp \left( i \lambda \int_0^\infty (\Lambda^{1/2}(t) - \Lambda_+^{1/2}) dt + i \lambda \int_{-\infty}^0 (\Lambda^{1/2}(t) - \Lambda_-^{1/2}) dt \right) \times$$

$$\times \left[ I + \frac{2}{\sqrt{\lambda}} \exp \left( -i \lambda \int_{-\infty}^0 (\Lambda^{1/2}(t) - \Lambda_-^{1/2}) dt \right) \begin{pmatrix} 0 & \Omega_2(\lambda) \\ \rho_1(\lambda) & 0 \end{pmatrix} \exp \times \right.$$

$$\left. \times \left( i \lambda \int_{-\infty}^0 (\Lambda^{1/2}(t) - \Lambda_-^{1/2}) dt \right) + O(\lambda^{-1}) \right],$$

$$S_{22}(\lambda) = \exp \left( i \lambda \int_0^\infty (\Lambda^{1/2}(t) - \Lambda_+^{1/2}) dt + i \lambda \int_{-\infty}^0 (\Lambda^{1/2}(t) - \Lambda_-^{1/2}) dt \right) \times$$

$$\times \left[ I + \frac{2}{\sqrt{\lambda}} \exp \left( -i \lambda \int_0^\infty (\Lambda^{1/2}(t) - \Lambda_+^{1/2}) dt \right) \begin{pmatrix} 0 & \overline{\Omega_2(\lambda)} \\ \overline{\Omega_1(\lambda)} & 0 \end{pmatrix} \exp \times \right.$$

$$\left. \times \left( i \lambda \int_0^\infty (\Lambda^{1/2}(t) - \Lambda_+^{1/2}) dt \right) + O(\lambda^{-1}) \right],$$

$$S_{12}(\lambda) = O(\lambda^{-1}), \quad S_{21}(\lambda) = O(\lambda^{-1}).$$

Здесь

$$\Omega_1(\lambda) = - l_2^*(0) l_1^*(0) \left( \frac{\pi \sqrt{p_0}}{|\rho_1'(0) - \rho_2'(0)|} \right)^{1/2} \exp \left( \frac{i\pi}{4} \text{Sgn}(\rho_1'(0) - \rho_2'(0)) \right),$$



$$\mathcal{D}_2(\lambda) = -l_1^*(0) l_2^*(0) \left( \frac{\pi \sqrt{p_0}}{|\rho_1^*(0) - \rho_2^*(0)|} \right)^{1/2} \exp \left( \frac{i\pi}{4} (\rho_2^*(0) - \rho_1^*(0)) \right).$$

4. Адиабатические инварианты системы (1) определяются формулами

$$J_\kappa(x, \varepsilon) = \frac{1}{2\sqrt{p_\kappa(x)}} [p_\kappa(x)(l_\kappa(x), y)^2 - (l_\kappa(x), y')^2], \quad \kappa = 1, 2,$$

где  $y$  — решение системы (1),  $\varepsilon = \lambda^{-1}$ .

Определение 4.1. Полным изменением адиабатического инварианта  $J_\kappa(x, \varepsilon)$  называется функция

$$J_\kappa(\varepsilon) = J_\kappa(\infty, \varepsilon) - J_\kappa(-\infty, \varepsilon),$$

Вопрос об асимптотике адиабатических инвариантов связан с исследованием асимптотики  $S$ -матрицы.

Теорема 4.1. Пусть выполнены условия теоремы 3.1. и в представлении [5]  $a^-$  и  $b^-$  — фиксированные постоянные векторы. Тогда асимптотика полных изменений адиабатических инвариантов системы (1) при  $\varepsilon \rightarrow 0$  описывается формулами

$$J_1(\varepsilon) = -4l_1^*(0) l_2^*(0) \left( \frac{\pi \sqrt{p_0}}{|\rho_1^*(0) - \rho_2^*(0)|} \right)^{1/2} \times \\ \times |a_1^- b_2^- \bar{\theta}(\varepsilon) + a_2^- b_1^- \theta(\varepsilon)| \varepsilon^{1/2} + O(\varepsilon), \\ J_2(\varepsilon) = -4l_2^*(0) l_1^*(0) \left( \frac{\pi \sqrt{p_0}}{|\rho_1^*(0) - \rho_2^*(0)|} \right)^{1/2} \times \\ \times |a_2^- b_1^- \theta(\varepsilon) + a_1^- b_2^- \bar{\theta}(\varepsilon)| \varepsilon^{1/2} + O(\varepsilon),$$

где

$$\theta(\varepsilon) = \exp \left( l \varepsilon^{-1} \int_{-\infty}^0 [\sqrt{p_2(t)} - \sqrt{p_2^-} - (\sqrt{p_1(t)} - \sqrt{p_1^-})] dt + \right. \\ \left. + \frac{i\pi}{4} \operatorname{Sgn}(\rho_2^*(0) - \rho_1^*(0)) \right),$$

$a_1^-$  и  $b_1^-$  — координаты векторов  $a^-$  и  $b^-$ , соответственно.

В заключение автор выражает глубокую благодарность М. Ф. Федорюку за ценные советы.

#### Литература

1. Федорюк М. В. Асимптотические методы для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений. — М., 1983. 2. Федорюк М. В. Дифференц. уравнения, 1976, т. 12, № 6, с. 1012—1018. 3. Жданова Г. В., Федорюк М. В. — Труды ММО, 1977, т. 34, с. 213—242. 4. Кучеренко В. В. — Изв. АН СССР, серия матем., 1974, т. 38, № 3, с. 625—662. 5. Wasow w. Intern. Conference on Diff. Equat.— N. Y., 1975. p. 747—764.

Институт математики и механики

АН АзССР

Поступило 3. III 1987

Н. Э. Рустамов

#### ДӨНМЭ НӨГТЭСИ ОЛАН ХЭТТИ ОСЦИЛЛЯТОРЛАР СИСТЕМИНИ СЭПИЛМЭ МАТРИСИ ВЭ АДИАБАТИК ИНВАРИАНТЛАРЫ ҮАГГЫНДА

Мөгаләдә јекака садә дөнмә нөгтөснә малик олан ики хәтти осциллятор тәһликләри системини сәпилмә матриси вә адиабатик инвариантларының там дәјишмәләрини асимптотикасы тәдгиг едилмишдир.

N. A. Rustamov

#### ON THE SCATTERING MATRIX AND ADIABATIC INVARIANTS OF THE LINEAR OSCILLATORS SYSTEM WITH TRANSITION POINT

The asymptotic behaviour of the scattering matrix and complete changes of the adiabatic invariants of two weakly linked linear oscillators systems with a simple transition point are investigated.



УДК 621.373.44

КИБЕРНЕТИКА

А. Б. АСКЕРОВ, Г. Р. АВАНЕСЯН, Б. С. АЛИЕВ

СИНТЕЗ ОДНОГО ПОДКЛАССА ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

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

Отличительной стороной современных систем извлечения информации является применение шумоподобных сигналов, представляющих собой обычно результат фазовой манипуляции, несущей псевдослучайный код. В частном случае, когда ставится задача определения дальности до объекта, выбор класса манипулирующего кода диктуется требованиями однозначного получения оценки дальности, что определяется формой автокорреляционной функции используемого кода и как следствие относительным положением центральных пиков. К сожалению, широко применяемые в настоящее время коды, являющиеся, как правило, линейными рекуррентными последовательностями максимальной длины, не позволяют получить расстояние между центральными пиками периодической автокорреляционной функции (ПАКФ), превышающее величину [1]:

$$l = p^N - 1,$$

где:  $p$  — основание кода;

$N$  — степень порождающего полинома, т. е. при заданном основании  $p$  устранение неоднозначности оценки может быть достигнуто повышением степени порождающего полинома. Однако, как это будет показано, отмеченный путь не является единственным. Опираясь на известные принципы получения  $M$ -последовательностей, может быть реализована псевдослучайная последовательность, расстояние между центральными пиками ПАКФ которой превышает в несколько раз традиционно определяемую величину  $l$ .

В общем случае множество последовательностей, составляющих полный код объемом  $L$ , можно представить в виде матрицы  $p_N^p$ :

$$p_N^p = \begin{pmatrix} x_{01} & x_{11} & \dots & x_{j1} & \dots & x_{L-1,1} \\ x_{02} & x_{12} & \dots & x_{j2} & \dots & x_{L-1,2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{0N-1} & x_{1N-1} & \dots & x_{jN-1} & \dots & x_{L-1,N-1} \\ x_{0N} & x_{1N} & \dots & x_{jN} & \dots & x_{L-1,N} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

где столбцы  $f_0 = [x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0N-1}, x_{0N}]$ ,  $f_1 = [x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1N-1}, x_{1N}]$ ,  $\dots$ ,  $f_{L-1} = [x_{L-1,1}, x_{L-1,2}, \dots, x_{L-1,N-1}, x_{L-1,N}]$  определяют кодовые последовательности заданного объема.

$$p_N^p = \begin{pmatrix} x_{01} & x_{11} & \dots & x_{j1} & \dots & x_{L-2,1} \\ x_{02} & x_{12} & \dots & x_{j2} & \dots & x_{L-2,2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{0N-1} & x_{1N-1} & \dots & x_{jN-1} & \dots & x_{L-2,N-1} \\ x_{0N} & x_{1N} & \dots & x_{jN} & \dots & x_{L-2,N-1} \end{pmatrix} \quad (2)$$

В свою очередь правомерно будет допущение, что  $x_{j1} = x_{j-1,N-1} + x_{j-1,N}$  (3), т. е. первый элемент  $j$ -го столбца является суммой по  $\text{mod } 2(N-1)$ -го и  $N$ -го элементов  $(j-1)$ -го столбца и все операции сложения будут определены на множествах  $\chi_0 = \{x_{0N-1}, x_{0N}\}$ ,  $\chi_1 = \{x_{1N-1}, x_{1N}\}, \dots, \chi_{L-2} = \{x_{L-2,N-1}, x_{L-2,N}\}$ . При наблюдении упорядоченно расположенных столбцов матрицы (2) как кодовых последовательностей на интервале, превышающем в несколько раз  $L-1$  отсчетов, будет обнаружено чередование столбцов, которое полностью определяется правилом (3). Например,  $(L-2)$ -ой столбец приведет к возникновению нулевого столбца, нулевой в свою очередь к возникновению первого и т. д. Однако этот упорядоченный процесс может быть легко нарушен, если элемент  $x_{01} \neq x_{L-2,N-1} + x_{L-2,N}$ , причем имеется ввиду, что неравенство вводится умышленно. Предлагаемое нарушение упорядоченности может носить как случайный, так и регулярный характер. Причем, так называемое правило нарушения упорядоченности можно представить в виде:

$$x_{01} = (x_{L-2,N-1} \oplus x_{L-2,N}) \oplus \xi_\tau,$$

где:  $\xi_\tau$  — бинарная величина, изменяющаяся, например, по детерминированному закону;

$x_{01}$  — первый элемент первого столбца, после  $(L-2)$ -го столбца при условии, что порождающий полином задан в виде

$$f_0 = x_{01} x_{02} \dots x_{0N-1} x_{0N}.$$

С учетом (4) функционал для  $(L-1)$ -го столбца примет вид

$$f_{L-1} = [(x_{L-2,N-1} \oplus x_{L-2,N}) \oplus \xi_\tau] x_{02} \dots x_{0N-1} x_{0N}$$

л каждый очередной столбец после  $(L-1)$ -го столбца будет додотраиваться в соответствии с правилом (3), но уже с нарушенной упорядоченностью. Последнее в сильной степени зависит от выбора величины  $\xi_\tau$ , поэтому целесообразно внести некоторую определенность относительно  $\xi_\tau$ .

Из аксиомы о нейтральном элементе [2] следует, что система

$$\begin{cases} x_{01} = (x_{L-2,N-1} \oplus x_{L-2,N}) \oplus \xi_\tau \\ x_{01} = x_{01} \end{cases} \quad (5)$$

справедлива только при условии, что  $\xi_\tau$  приняло значение нейтрального элемента для выбранной группы. Поскольку во внимание принята двоичная аддитивная группа, то нейтральный элемент будет присутствовать в (4) только при  $\xi_\tau = 0$ . Тогда можно задать частный вид двоичной величины  $\xi_\tau$ , считая ее регулярной функцией от  $j$ :

$$\xi_\tau(j) = \begin{cases} 1 & \text{при } j = \kappa(L-2), \quad \kappa = 2n-1, \quad n = 1, 2, 3, \dots \\ 0 & \text{при } j \neq \kappa(L-2) \end{cases} \quad (6)$$

Тогда вместо матрицы полного кода (2), с целью повышения наглядности можно показать расширенную матрицу, которая уже не будет матрицей



полного кода, поскольку повторение столбцов (хотя и не упорядоченное) неизбежно:

$$\pi_{1N}^r = \begin{vmatrix} x_{01} & x_{11} & \dots & x_{j1} & \dots & x_{L-2,1} & \bar{x}_{01} & \dots & x_{s1} \\ x_{02} & x_{12} & \dots & x_{j2} & \dots & x_{L-2,2} & x_{02} & \dots & x_{s2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{0N-1} & x_{1N-1} & \dots & x_{jN-1} & \dots & x_{L-2,N-1} & x_{0N-1} & \dots & x_{sN-1} \\ x_{0N} & x_{1N} & \dots & x_{jN} & \dots & x_{L-2,N} & x_{0N} & \dots & x_{sN} \end{vmatrix} \quad (7)$$

Происхождение элемента  $\bar{x}_{01}$  легко объясняется, если учесть (6) и правила суммирования по mod 2, откуда вытекают следующие равенства

$$x_{L-2,N-1} \oplus x_{L-2,N} = x_{01}$$

и

$$x_{01} \oplus \xi_{\tau}(j) = \bar{x}_{01}, \quad \text{при } j = \kappa(L-2)$$

Величина  $S$  в матрице (7) физически определяет длину периода, т. е. ту длину, после которой расположения элементов в строках будут повторяться.

Основываясь на последних двух равенствах и учитывая системы (5) и (6), длину периода  $S$  можно выразить через объем  $L$   $M$ -последовательности следующим образом. После первых  $(L-1)$  элементов, например, первой строки матрицы (7), функция  $\xi_{\tau}(j)$  принимает значение, равное 1 и вместо ожидаемого элемента  $x_{01}$  будет сформирован элемент  $\bar{x}_{01}$ , после чего функция  $\xi_{\tau}(j)$  примет значение нейтрального элемента. Это приведет к тому, что некоторый фрагмент строки, начало которого связано с положением элемента  $x_{01}$ , будет повторен два раза, затем величина  $j$  примет значение  $3(L-2)$ , а функция  $\xi_{\tau}(j)$  значение 1. При этом первый элемент следующего столбца примет значение:

$$[x_{01} \oplus \xi_{\tau}(j)] \oplus \xi_{\tau}(j) = x_{01},$$

где  $\xi_{\tau}(j) = 1$ ,

т. е. повторит первый элемент столбца порождающего полинома. Далее при  $j=4(L-2)$  функция  $\xi_{\tau}(j)$  обратится в нуль и первым элементом нового столбца будет также  $x_{01}$ . Полученный столбец может быть однозначно поставлен в соответствие первому столбцу матрицы (7), а следовательно и представлен как столбец, с появлением которого расположение элементов в строках повторяется с периодом в  $4(L-1)$ . Таким образом  $S = 4(L-2)$ .

После оценки величины  $S$  можно построить блок-матрицу полученного кода, причем следует учесть, что он, как уже было сказано, не является ни полным кодом, ни классом, а может быть отнесен только к подклассу:

$$G = \begin{vmatrix} g_{01} & g_{11} & g_{21} & g_{31} \\ g_{02} & g_{12} & g_{22} & g_{32} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ g_{0N} & g_{1N} & g_{2N} & g_{3N} \end{vmatrix}, \quad (8)$$

а элементы  $g_{ij}$  являются следующими блоками:

$$\begin{aligned} g_{01} &= x_{01} x_{11} \dots x_{j1} x_{L-2,1}, & g_{02} &= x_{02} x_{12} \dots x_{j2} x_{L-2,2} \dots g_{0N} = \\ &= x_{0N} x_{1N} \dots x_{jN} x_{L-2,N} & g_{11} &= \bar{x}_{01} x_{11} \dots x_{N-11} x_{N1} \dots x_{L-2,1}, \\ g_{12} &= x_{02} x_{12} \dots x_{N-12} x_{N2} \dots x_{L-2,2} \dots \\ g_{1N} &= x_{0N} x_{1N} \dots x_{N-1N} x_{NN} \dots x_{L-2,N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g_{21} &= \bar{x}_{01} \dots x_{N-11} x_{N1} \dots x_{L-2,1}, & g_{22} &= x_{02} x_{12} \dots x_{N-12} x_{N2} \dots x_{L-2,2} \dots \\ g_{2N} &= x_{0N} x_{1N} \dots x_{N-1N} x_{NN} \dots x_{L-2,N} \\ g_{31} &= x_{01} x_{11} \dots x_{j1} x_{L-2,1}, & g_{32} &= x_{02} x_{12} \dots x_{j2} x_{L-2,2} \dots \\ g_{3N} &= x_{0N} x_{1N} \dots x_{jN} x_{L-2,N}, \end{aligned}$$

где

$$x_{N-11} = x_{N-2,N-1} \oplus x_{N-2,N} = \bar{x}_{01} \oplus x_{N-2N}$$

$$x_{N1} = x_{N-1,N-1} \oplus x_{N-1N} = x_{N-1,N-1} \oplus \bar{x}_{01}$$

#### Литература

1. Космические траекторные измерения. Радиотехнические методы измерений и математическая обработка данных. /Под ред. П. А. Агаджанова. — М.: Сов. радио, 1969.
2. Варакин Л. Е. Теория систем сигналов. — М.: Сов. радио, 1973.

Научно-производственное объединение  
космических исследований АН АзССР

Поступило 3. III 1987

Э. Б. Әскәров, Г. Р. Аванесјан, Б. С. Әлијев

#### ТӘСАДУФИ АРДЫЧЫЛЛЫГЛАРДАН БИРИНИН АЛТ СИНФИНИН СИНТЕЗИ

Мағаләдә псевдо тәсадүфи характер дашыјан хәтти рекурент ардычыллыгларын тәртиб едилмә үсулу тәдгиг олунур. Белә ки, ма'лум  $M$  ардычыллыгларын тәртибат низамнын позулмасы һесабына көстәрилән ардычыллыгларын тәртиб едилмәсинә наил олунур.

Әлдә едилмин псевдо тәсадүфи ардычыллыгын автокоррелјасија функцијасы көстәрилмишидр.

A. B. Askerov, H. R. Avanesyan, B. S. Aliyev

#### ONE SUBCLASS SYNTHESIS OF THE PSEUDO-RANDOM SEQUENCES

The article gives the method of forming linearly recurrent sequences in a pseudo-random character. In addition, working-out of the said sequences is achieved at the expense of formation order disturbance of known  $M$ -sequence. The auto-correlation function given by pseudo-random sequence is shown.



Э. А. АЛИЕВ

**ОЦЕНКА УПРАВЛЯЕМОСТИ И НАБЛЮДАЕМОСТИ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ПЕРЕХОДНЫХ  
РЕЖИМАХ**

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

Улучшение демпфирования электромеханических колебаний и повышение уровня статической колебательной устойчивости в многомашиной электроэнергетической системе (ЭС) достигается правильным выбором структуры и мест расстановки автоматических регуляторов режимов ЭС, взаимной координацией настроек регуляторов. Территориальная удаленность элементов ЭС друг от друга, отсутствие достаточного количества информации каналов связи между ними делает математическое моделирование основным методом решения перечисленных задач.

Для исследования демпфирования колебаний и статической устойчивости ЭС широко применяются математические модели элементов ЭС в виде передаточных функций, связывающих определенные входы и выходы элементов [1]. Такое представление ЭС позволяет использовать операционное исчисление и частотные методы для решения задач устойчивости [2]. Другим способом моделирования ЭС является представление ее в форме уравнений состояния [3], которое в отличие от модели в виде передаточных функций позволяет использовать матричные методы анализа устойчивости [4], обладает большими возможностями моделирования систем регулирования и позволяет формализовать процедуры выбора структур регуляторов и их настроек.

В настоящей статье предлагается алгоритм получения математической модели сложной ЭС в виде уравнений состояния, а также оценка управляемости ЭС по имеющимся доступным точкам входов и оценка наблюдаемости по имеющимся измерениям выходов С, используя соответствующие критерии Калмана [3].

Электроэнергетическая система содержит большое число элементов, описываемых дифференциальными уравнениями различного порядка. В математическую модель включаются эквиваленты участков ЭС. Алгоритм получения математической модели ЭС в виде уравнений состояния производит объединение уравнений состояния отдельных элементов ЭС, включая эквиваленты участков ЭС, в уравнения состояния ЭС. Уравнения элементов или участков ЭС должны иметь вид:

$$P \Delta \bar{x}_i = \bar{A}_i \Delta \bar{x}_i + \bar{T}_i \Delta \bar{U}_i + \bar{b}_i \bar{f}_i, \quad (1)$$

где  $\Delta \bar{x}_i$  — вектор переменных состояния элемента;

$\Delta \bar{U}_i$  — вектор приращения напряжения в узле замыкания элемента к ЭС;

$\bar{f}_i$  — вектор входных возмущений;

$A_i, T_i, B_i$  — матрицы коэффициентов;

$p$  — оператор дифференцирования.

Приращение вектора тока элемента  $\Delta \bar{I}_i$  в узле замыкания к ЭС определяется следующим образом:

$$\Delta \bar{I}_i = \bar{W}_i \Delta \bar{x}_i + \bar{R}_i \Delta \bar{U}_i, \quad (2)$$

где  $\bar{W}_i, \bar{R}_i$  — матрицы коэффициентов.

Уравнения состояния элементов объединяются посредством уравнения электрической сети ЭС

$$\Delta I = \bar{Y} \Delta \bar{U}, \quad (3)$$

где

$$\Delta \bar{I}^T = \|\Delta I_1, \Delta I_2, \dots, \Delta I_n\|, \quad \Delta \bar{U}^T = \|\Delta \bar{U}_1, \Delta \bar{U}_2, \dots, \Delta \bar{U}_n\|$$

$\bar{Y}$  — матрица собственных и взаимных проводимостей между узлами замыкания элементов ЭС к электрической сети;  $n$  — число элементов ЭС.

Уравнения состояния всех элементов ЭС в матричном виде имеют следующий вид

$$P \Delta \bar{x} = \bar{A} \Delta \bar{x} + \bar{T} \Delta \bar{U} + \bar{B} \bar{f}, \quad (4)$$

$$\Delta \bar{I} = \bar{W} \Delta \bar{x} + \bar{R} \Delta \bar{U} \quad (5)$$

где

$$\Delta \bar{x}^T = \|\Delta \bar{x}_1, \Delta \bar{x}_2, \dots, \Delta \bar{x}_n\|, \quad \bar{f}^T = \|\bar{f}_1, \bar{f}_2, \bar{f}_3, \dots, \bar{f}_n\|$$

$\bar{A}, \bar{T}, \bar{B}, \bar{R}, \bar{W}$  — блочно-диагональные матрицы коэффициентов.

Приравнявая выражения для токов (3) и (5) получим матричное выражение

$$\Delta \bar{U} = (\bar{Y} - \bar{R})^{-1} \bar{W} \Delta \bar{x}. \quad (6)$$

Подставляя (6) в матричное уравнение (4), получим уравнение состояния ЭС

$$P \Delta \bar{x} = \bar{A}_z \Delta \bar{x} + \bar{B} \bar{f}, \quad (7)$$

где

$$\bar{A}_z = \bar{A} + \bar{B} (\bar{Y} - \bar{R})^{-1} \bar{W}.$$

Описанный алгоритм формирования математической модели энергосистемы в виде уравнений состояния не зависит от типа включаемых в уравнения элементов и размерности описываемой их модели. Единство алгоритма достигается одинаковым выбором граничных переменных элементов ЭС: в качестве входных берутся приращения напряжения в узлах замыкания к электрической сети, а в качестве выходов приращения узловых токов.

Определение условий статической устойчивости ЭС и решение системы дифференциальных уравнений состояния (7) производится посредством вычисления собственных значений и собственных векторов матрицы  $A_z$ . При наличии пар комплексно-сопряженных собственных значений с положительными действительными частями имеет место колебательная неустойчивость ЭС. Перевод ЭС в устойчивое состояние осуществляется выбором настроек автоматических регуляторов ЭС, в частности настроек стабилизирующих каналов автоматических регуляторов возбуждения (АРВ) генераторов. Однако в ряде работ [5, 6] от-



мечается, что изменением настроек АРВ на некоторых генераторах не удается изменить действительную часть собственного значения, определяющего нарастающую по амплитуде или слабодемпфированную форму колебаний с собственной частотой  $\omega_{соб}$ . В этом случае имеет место неуправляемость ЭС по данной форме колебаний. Для определения факта неуправляемости ЭС в [5] предлагается строить амплитудно-фазовую характеристику параметра стабилизации АРВ исследуемого генератора и по отсутствию резонанса на данной частоте судить об управляемости ЭС. В настоящей статье формулируются условия возможности стабилизации ЭС выбором настроек АРВ исследуемого генератора, используя критерии управляемости и наблюдаемости Калмана. Уравнение состояния [7] с помощью линейного преобразования

$$q = M\Delta X,$$

где  $q$  — вектор нормальных координат;  $M$  — квадратная модальная матрица, столбцы которой являются собственными векторами матрицы  $A$ , может быть преобразована в нормальную форму

$$P\dot{q} = \lambda + M^{-1} \cdot B \cdot f, \quad B_n = M^{-1} \cdot B, \quad (8)$$

где  $\lambda = M^{-1} \cdot A \cdot M$  — диагональная матрица, на главной диагонали которой находятся собственные значения матрицы  $A$ .

Каждое уравнение, входящее в матричное уравнение (8), благодаря диагональному виду матрицы коэффициентов  $\lambda$  может решаться независимо от остальных. В нормальной форме записи уравнений состояния каждая переменная состояния  $q_i$  характеризует одну форму движения системы.

Нормальная форма записи уравнений состояния позволяет легко сформулировать условия управляемости системы. Система является полностью управляемой, если вход ее оказывает воздействие на все формы движения [3]. В этом случае все строки матрицы  $B_n$  должны быть отличными от нуля. Наличие нулевой строки означает, что данная форма движения не возникает и система оказывается не полностью управляемой.

Аналогично могут быть сформулированы условия наблюдаемости системы. Уравнения выхода системы в нормальной форме имеют вид:

$$y = C_n q + D_n f, \quad (9)$$

где  $C_n = M^{-1} C$ ,  $D_n = M^{-1} D$ .

При наличии всех форм движения, если в переходном процессе участвуют все переменные состояния  $q_i$ , наличие  $j$ -го нулевого столбца в матрице  $C_n$  приводит к тому, что  $j$ -я форма движения  $q_i$  не проявляется в выходе системы. Это означает, что система не является полностью наблюдаемой.

Переход к нормальной форме уравнений состояния позволяет судить об управляемости и наблюдаемости конкретной системы регулирования возбуждения генератора, работающего в сложной системе без построения режимных частотных характеристик. Параметры стабилизации АРВ—СД-частоту генераторного напряжения можно рассматривать как выход системы. Условия наблюдаемости требуют, чтобы в выходе присутствовали все формы движения системы. Поскольку выходом  $U$  является скаляр-частота напряжения, то, вычислив компоненты век-

тора  $C_n$  можно выделить формы движения, присутствующие в параметре стабилизации. Те формы движения, которые не входят в параметр стабилизации, можно не рассматривать, упростив тем самым расчетную модель энергосистемы. Таким образом условием эквивалентности исходной и упрощенной расчетных моделей является сохранение основных форм движения в упрощенной модели или равенство ненулевых компонент-векторов  $C_n$  исходной и упрощенной систем.

Входом рассматриваемой системы регулирования возбуждения является точка суммирования сигналов от основного канала регулирования и стабилизирующих каналов. Определив компоненты вектора  $B_n$  для входа данного АРВ можно выяснить, какие формы движения возбуждают данный вход или на какие формы движения можно воздействовать, изменяя сигнал входа.

Можно сформулировать условия эффективности канала стабилизации АРВ исследуемого генератора по отношению к выбранной форме движения:

1) необходимо, чтобы данная форма движения была наблюдаема в параметре стабилизации, то есть соответствующая компонента  $C_n$  была отлична от нуля;

2) необходимо, чтобы данная форма движения была управляема с имеющегося входа системы, то есть соответствующая компонента вектора  $B_n$  была отлична от нуля.

Только одновременное выполнение обеих этих условий обеспечивает эффективность АРВ СД.

Исходя из изложенного следует, что переход к нормальной форме уравнений состояния и анализ матриц  $B_n$  и  $C_n$  оказывается очень полезным с точки зрения упрощения системы, определения наиболее выгодных параметров стабилизации и расстановки регулирующих устройств.

#### Литература

1. Веников В. А., Суханов О. А. Кибернетические модели электрических систем. — М.: Энергоиздат, 1982, с. 321.
2. Веников В. А., Литкенс Н. В. Математические основы теории автоматического управления режимами энергосистем. — М.: Наука, 1970, с. 618.
3. Деруссо П., Рой Р., Клауз Ч. Пространство состояний в теории управления. — М.: Наука, 1970, — 618 с.
4. Воеводин В. В., Кузнецов Ю. А. Матрицы и вычисления. — М.: Наука, 1984, — 318 с.
5. Груснякова Г. Х. Исследование управляемости степенью устойчивости системы при сильном регулировании возбуждения генераторов. — Труды ЛПИ, 1982, № 358, с. 32—37.
6. Груздев И. А., Изуев Вит Тинь, Терешко Л. А. Особенности выбора настроек автоматических регуляторов возбуждения генераторов по условию максимума степени устойчивости. Электричество № 9, 1980, стр. 58—60.

АзНИИ энергетики  
и.и. Н. Г. Есьмана

Поступило 10. 11 1988

Е. А. Әлиев

#### КЕЧИД РЕЖИМЛЭРИНДЭ ЕЛЕКТРИК ЕНЕРЖИСИНИ ИДАРЭТМЭ ВЭ НЭЗАРЭТ ЕТМЭНИН ГИЖМЭТЛЭНДИРИЛМЭСИ

Електрик системлэринин структуру мурэжкэблэшидикчэ оилары дажаныгыны тэмни этмэк чох актуал бир мөсөлөжэ чевриллр. Електрик системлэрин элементлэринин бөжүк салхэдо бир-бириндэн узагда јерлэширилмэси, лизым олан мигдарда информэси-јанын олмамасы дажаныглыг мөсөлэлэринин һалл этмэк үчүн эсас метод ријазни модел-лэши методудур.

Мөгалэдэ мурэжкэб електрик системинин ријазни моделини вэзијјэт тэликлэри шөк-линдо алмаг үчүн алгоритм вэрилмишидир. Алгоритм електрик системлэринин чыхышлар-ринда өлчмэ апармагла вэ она ујуу оларга Калман критериијасыны тэтбиг этмэклэ, електрик системлэринин идара олунмасыны јеринэ јетирлр.



## THE EVALUATION OF CONTROLLABILITY AND MONITORING OF AN ELECTROENERGETICAL SYSTEM IN TRANSITIONAL MODES

The problem of power stations' stability is getting urgent as their structures become more sophisticated. The remote location of a power station's components, the lack of sufficient volume of information and inadequacy of communication links make mathematical modelling the main method of solving the above-mentioned problems.

The article presents the algorithm of mathematical model of a complex power station in equations of state, as well as the evaluation of a power station's controllability by available inputs and evaluation of its monitoring by the available measurements of a power station's outputs, using the appropriate Kalman criterion.

УДК 537.311.33

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

М. А. АЛДЖАНОВ, акад. М. И. АЛИЕВ, Н. Г. ГУСЕЯНОВ

## ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ СУЛЬФИДА ГАЛЛИЯ И ТАЛЛИЯ

Сильная анизотропная межатомных взаимодействий в слоистых и цепочечных кристаллах приводит к целому ряду специфических свойств. Фононный спектр сильно анизотропных веществ теоретически исследован неоднократно, однако однозначной интерпретации экспериментальных данных нет. Специфические особенности фононных спектров подобных кристаллов отражаются в поведении таких фундаментальных свойств как теплоемкость, тепловое расширение, теплопроводность и других термодинамических и кинетических свойств.

Настоящая работа посвящена исследованию теплопроводности слоистых GaS и цепочечных соединений TIS в интервале 5—300К. В работе [1] по изучению низкотемпературной теплоемкости моносulfида галлия показано, что в поведении  $C_p(T)$  при низких температурах основную роль играют волны изгиба с квадратичным законом дисперсии. В дальнейшем квазинизгибная мода была обнаружена нейтронографически в фононном спектре GaS [2]. Исходя из изложенного, изучение влияния структурной анизотропии данных соединений на их теплопроводность представляет несомненный научный интерес.

Теплопроводность измерялась стационарным методом [3, 4]. Градиент температуры измерялся мед-константановой и Cu—Cu+Fe термопарами. Градуировки термопар производились по платиновому и германиевому термометрам сопротивления. Термопары припаивались к образцу индием и оловом. Для устранения потерь тепла, подводимого к образцу боковыми излучениями, были использованы адиабатические ширмы, температура которых регулировалась автоматически. Погрешность измерений теплопроводности не превышала ~5%. Эталонные измерения теплопроводности на кристаллическом кварце, вырезанном параллельно оси «С», согласуются с литературными данными. Монокристаллические образцы GaS параллельно и перпендикулярно оси «С» и поликристаллические TIS вырезали в форме параллелепипеда с поперечным сечением 0,10—0,15 см<sup>2</sup> и длиной 2—2,5 см.

На рис. 1 показаны температурные зависимости теплопроводности в перпендикулярном  $\kappa_{\perp}$  и параллельном ( $\kappa_{\parallel}$ ) направлениях по отношению к главной оси «С» гексагонального кристалла GaS. Следует отметить, что теплопроводность GaS изучена в работе [5] выше 100К. Наши данные при комнатной температуре удовлетворительно согласуются с результатами [5] (рис. 1). Как видно из рис. 1, зависимости  $\kappa_{\perp}(T)$  и  $\kappa_{\parallel}(T)$  переходят через максимум при температурах 24 и 20К, соответственно. Отметим, что электронной частью теплопроводности GaS можно пренебречь, т. е. в исследованном интервале температур



теплоперенос осуществляется фононами. При комнатной температуре степень анизотропии теплопроводности  $\kappa_{\perp}/\kappa_{\parallel}$  достигает  $\sim 9$ . С уменьшением температуры степень анизотропии уменьшается и при  $\sim 20\text{K}$  становится равной примерно трем, при еще более низких температурах это отношение равно  $\sim 1,7$ . При низких температурах (ниже максимума в

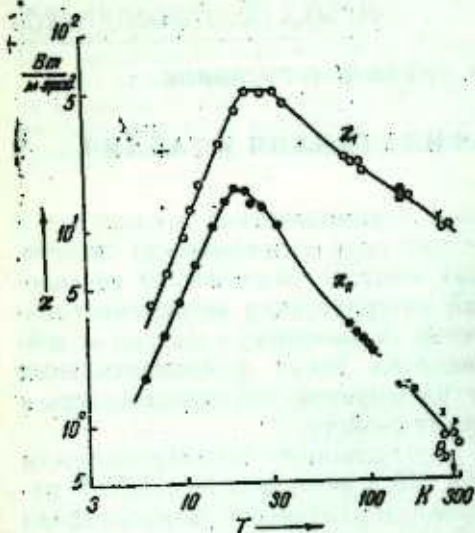


Рис. 1. Температурная зависимость теплопроводности GaS ( $x$  — данные [5])

области граничного рассеяния) температурная зависимость  $\kappa$  сульфиды галлия подчиняется следующим степенным зависимостям:  $\kappa_{\perp} \sim T^{2,4 \pm 0,1}$  и  $\kappa_{\parallel} \sim T^{2,1 \pm 0,1}$ . Тогда как в этой же области температур для теплоемкости GaS выполняется кубический закон теплоемкости [1]. Выше максимума в широком интервале температур 60—300K теплопроводность GaS выражается зависимостями:  $\kappa_{\perp} \sim T^{-0,7}$  и  $\kappa_{\parallel} \sim T^{-1,1}$ .

Отметим, что температурный ход  $\kappa_{\perp}$  для различных образцов несколько отличается, что, по-видимому, связано с трудностями вырезки и ориентирования образцов в направлении [001]. Данные  $\kappa_{\perp}$  получены по результатам усреднения измерений двух образцов.

Как известно [2, 6], в слоистых кристаллах, в том числе GaS, акустические колебания приближенно могут рассматриваться как относящиеся к трем отдельным частотным ветвям  $\omega_l \sim k$ ,  $\omega_t \sim k$  и  $\omega_c \sim k^2$  колебания, относящиеся к ветвям  $l$  и  $t$  соответствуют продольным и поперечным внутрислоистым атомным смещениям. Ветви  $c$  относятся к внеплоскостным модам. Отличие зависимости  $\kappa(T)$  от  $C_p(T)$  при низких температурах (ниже  $\sim 20\text{K}$ ) для GaS, по-видимому, связано с различием вкладов фононов  $c$ ,  $l$ ,  $t$  в теплопроводность и теплоемкость. Однако детальный анализ может быть дан лишь на основе учета характера колебаний в решетке GaS и их зависимости от температуры.

Результаты измерений теплопроводности TIS в интервале 5—300K представлены на рис. 2. Теплопроводность в районе 9—10K проходит через максимум. Электронная теплопроводность TIS определена по закону Видемана—Франца:  $\kappa_{эл} = L\sigma T$ , где  $\sigma$  — электропроводность,  $L$  — число Лоренца, зависящее от степени вырождения электронного газа и механизма рассеяния носителей тока. Измерения электропроводности показали, что электронная теплопроводность TIS не больше  $\sim 1\%$  от

общего. Таким образом, теплоперенос в сульфиде таллия осуществляется только фононами. Решеточная теплопроводность TIS ниже максимума зависит от температуры, как  $\kappa \sim T^{1,7}$ , а в интервале 15—40K —  $\kappa \sim T^{-1,5}$ . Следует отметить, что ниже 10K для TIS  $C_p \sim T^{1,7}$  [7], т. е. теплопроводность изменяется пропорционально теплоемкости. В широком интервале 60—300K  $\kappa \sim T^{-0,5}$ . Следовательно, зависимость  $\kappa \sim T^{-n}$ ,

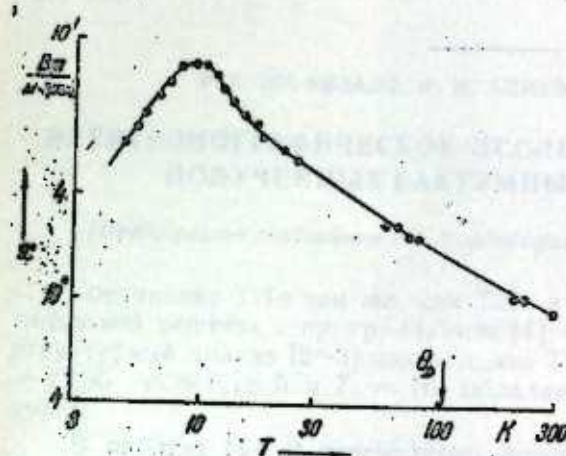


Рис. 2. Температурная зависимость теплопроводности TIS

где  $0 < n < 1$ , характерна для рассеяния на дефектах. Наличие структурных дефектов, по-видимому, приводит к аморфизации фононного спектра в сульфиде таллия, в результате чего наблюдается слабая температурная зависимость теплопроводности [8]. Отметим, что отклонение теплового сопротивления кристаллической решетки от линейного наблюдается и для TlTe [4].

#### Литература

1. Мамедов К. К., Алджанов М. А., Керимов И. Г., Мехтиева М. И. Теплоемкость сульфиды галлия.—ФТТ. 1977, т. 19, № 5, с. 1471—1473.
2. Powell B. M., Jandt S., Brebner J. L. and Levy.—J. Phys., C., 10, 3039, 1977.
3. Алиев М. И. Теплопроводность полупроводников.—Баку: Изд-во АН АзССР, 1963, с. 147.
4. Алджанов М. А., Мамедов К. К., Абдуллаев А. Б., Алаев С. А. Теплопроводность теллурида таллия в интервале 4,2—303K.—ФТТ. 1985, т. 27, № 1, с. 71—72.
5. Guseinov G. D., Rasulov A. I., Kerimov E. M., Ismailov M. Z.—Phys Letters, 22, 562, 1966.
6. Косевич А. М. Физическая механика реальных кристаллов.—Киев: Наукова думка, 1981.—327 с.
7. Алджанов М. А. Автореф. дис. канд. физ.-матем. наук.—Баку, 1978.
8. Петров Е. А. и др.—ФТТ. 1969, т. 11, вып. 7, с. 907—910.

Институт физики АН АзССР

Поступило 7. I 1987

М. Э. Алчанов, М. И. Элиев, Н. Г. Гусейнов

#### ГАЛЛИУМ ВЭ ТАЛЛИУМ СУЛФИДИН ИСТИЛИК КЕЧИРИЧИЛИЈИ

Могаләдә 4,2—300 К интервалында ләјлү GaS вә зончирвары TIS бирләшмәләрини истилик кечичирилији тәдқиби олараг тәдқиғ едилмишдир. Оларын истиликкечирмә әмсалларынын температур асыллыглары тәјһи едилмишдир. Көстәрлимишдир ки, структур анизотропијасынын нәтичәси олараг GaS монокристаллынын С охуна перпендикуляр вә паралел истигамәтләриндә истиликкечирмә әмсаллары кәскин фәргләнир.



M. A. Aldjanov, M. I. Aliev, N. G. Guseinov  
HEAT CONDUCTIVITY OF GALLIUM AND TALLIUM SULFIDE

The heat conductivity of anisotropic crystals of GaS and TeS in the temperature range 4.2—300 K is experimentally investigated. The temperature dependence of coefficients of heat conductivity is determined. The highly discrepancies between parallel and perpendicular components of heat conductivity of GaS, caused by structural anisotropy, are observed.

АЗЭРБАЙЖАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МЭ'РУЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XLIV ЧИЛД

№ 6

1988

УДК 548.74

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Р. Б. ШАФИЗАДЕ, Ф. И. АЛИЕВ, Д. И. ИСМАИЛОВ

ЭЛЕКТРОНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК TlTe,  
ПОЛУЧЕННЫХ ВАКУУМНЫМ ОСАЖДЕНИЕМ

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

Соединение TlTe так же, как TlSe и TlS кристаллизуется в тетрагональной решетке с пр. гр.  $I4/mcm$  [1]. Однако полный рентгеновский структурный анализ [2—3] показал, что TLTe с периодами решетки  $a_0 = 12,95$ ,  $c_0 = 6,18$  Å и  $Z_0 = 16$  обладает собственным структурным типом.

В работах [4—6] рассмотрены условия формирования аморфных, поли- и монокристаллических пленок TLS и TLSe, а также изучена кинетика их кристаллизации. Поскольку структура TLTe несколько отличается от структуры TLS и TLSe, а также в связи с тем, что в тонких пленках вопросы фазообразования и структурные характеристики образующихся фаз систематически не изучены, в данной работе электронографически исследована структура пленок, образующихся конденсацией из молекулярного пучка при различных условиях.

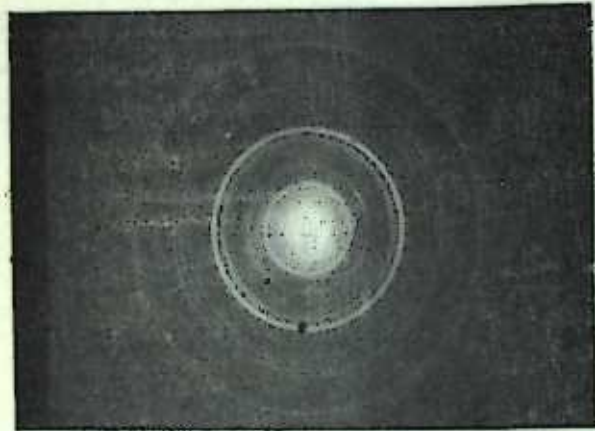
Пленки TLTe толщиной  $\sim 300$  Å были получены испарением синтезированного вещества в вакууме  $\sim 10^{-3}$  Па на подложке из монокристаллов NaCl, KCl, целлулоид. Скорость осаждения 10 Å/с. Температура подложек ( $T_n$ ) варьировалась в интервале 20—200 °C. Попытки получить аморфные пленки состава TLTe при комнатных температурах, при которых образовывались аморфные TLS и TLSe [4—6], не увенчались успехом.

Это можно объяснить в соответствии с [7] малым значением отношения атомных радиусов элементов (TL — 1,71 Å, Te — 1,70 Å), образующих данную систему.

При осаждении TlTe на подложке с  $T_n = 20—100$  °C образуются поликристаллические пленки, электронограммы (рисунок, а), от которых индицируются на основе тетрагональной решетки с вышеуказанными параметрами. В интервале 100—145 °C на подложках из KCl наблюдается образование смеси поликристалла и монокристаллических блоков. С повышением температуры монокристаллические пленки TlTe образуются на поверхности лишь монокристаллов с  $T_n = 145$  °C, (рисунок, б). На электронограмме точечные рефлексы образуют квадратную сетку. Сильные рефлексы индицируются на основе  $hko$  отражений известной тетрагональной решетки TlTe. Индицирование же всех рефлексов, включая дополнительные слабые, удается при значении периода тетрагональной решетки  $a = 18,38$  Å. Электронограммы, снятые под



углом  $\sim 40^\circ$ , позволили определить период «С», который оказался равным  $c = 5,84 \text{ \AA}$ , что меньше значения параметра «С<sub>0</sub>» исходной решетки.



а



б

Электроннограммы образцов TlTe, полученных при различных температурах подложки: а — поликристалл,  $T_n = 100^\circ$ ; б — монокристалл;  $T_n = 145^\circ$

решетки нарастающей фазы,  $\delta$  — подложки) составляет лишь 8%, эпитаксия наблюдалась для пары TlTe—KCl, где указанное несоответствие составляет всего 2,4%. Это условие реализуется, когда одна элементарная ячейка сверхструктурной фазы сопрягается с тремя ячейками подложки. Аналогичное явление нами было обнаружено в случае эпитаксиального роста соединения TLS на свежих сколах каменной соли [8], где одна элементарная ячейка сверхструктурной фазы также сопрягалась с тремя ячейками подложки. При этом  $\Delta \approx 2\%$ . Таким образом, для реализации условий эпитаксии в халькогенидах таллия требуется более жесткое соответствие в параметрах сопрягающихся плоскостей. В данном случае возникший эпитаксиальный рост можно

объяснить тем, что компенсация несоответствия происходит за счет точечных дефектов с образованием сверхрешетки выкансий или примесных атомов [9].

Обращает на себя внимание простое соотношение между периодами решеток:  $a = a_0 \sqrt{2}$ . Такое соотношение указывает на то, что новую решетку можно рассматривать как сверхструктурную известной решетки TlTe. Объем элементарной ячейки сверхструктурной фазы  $V = 1972,8 \text{ \AA}^3$ , почти в два раза больше, чем объем исходной  $V_0 = 1036,7 \text{ \AA}^3$ , тогда число структурных единиц в элементарной ячейке сверхструктурной фазы TlTe в  $z = 32$ . Анализ погасаний выявил наличие рефлексов типа  $h00$  с  $h = 2n$ ,  $h0l$  с  $h + l = 2n$ ,  $hko$  с  $h + k = 2n$  позволил определить пространственную группу симметрии как  $I4_1/am.d - D_{4h}^{19}$ .

Наблюдаемые нами монокристаллы новой фазы TlTe ориентируются плоскостью (100) параллельно грани (100) KCl. При рассмотрении системы TlTe — NaCl (KCl) выявилось, что несмотря на то, что относительное несоответствие периодов решеток новой фазы TlTe, и NaCl  $\Delta =$

$$= \frac{b-a}{b} \quad (a - \text{период решетки})$$

### Литература

1. Cruseanu E., Stadaru St. Some electrical transport studies on compounds of the TlTe system.—J. Mater. Sci., 1969, v. 4, № 5, p. 410—415.
2. Burhardt K., Schubert K. Kristallstruktur von TlTe.—J. Less-Common Metals, 1969, № 18, p. 4.6—4.9.
3. Weis J., Schafer H., Eisenmann B., Schön G. Zur Struktur der Verbindung TlTe.—Z. Naturforsch., 1974, 29b, H. 9/10, S. 585—587.
4. Алиев Ф. И., Исмаилов Д. И., Шафизаде Р. Б. Электронографическое исследование аморфных пленок TLS.—Кристаллография, 1982, т. 27, вып. 6, с. 1168—1170.
5. Алиев Ф. И., Татаринкова Л. И. Электронографическое исследование аморфного TLS.—Кристаллография, 1966, т. 11, вып. 3, с. 389—392.
6. Алиев Ф. И., Шафизаде Р. Б., Исмаилов Д. И. Электронографическое исследование кинетики кристаллизации тонких пленок TLS.—Кристаллография, 1983, т. 28, вып. 4, с. 828—829.
7. Mader S., Metastable Alloy Films.—Journ. Vac. Sci. Technol. 1965, № 2, p. 35—41.
8. Алиев Ф. И., Исмаилов Д. И., Шафизаде Р. Б. Электронографическое исследование пленок TLS, полученных вакуумным осаждением.—Кристаллография, 1985, т. 30, вып. 4, с. 829—830.
9. Палатник Л. С., Фукс М. Я., Косевич В. М. Механизм образования и субструктура конденсированных пленок.—М.: Наука, 1972.—320 с.

Институт физики АН АзССР

Поступило 30. VII 1987

Р. Б. Шафизаде, Ф. И. Алиев, Ч. И. Исмаилов.

### ВАКУУМДА ЧӨКДҮРМЭ ҮСУЛУ ИЛӘ АЛЫНМЫШ TlTe НАЗИК ТЭБЭГЭЛЭРИНИН ЭЛЕКТРОНОГРАФИЈА ҮСУЛУ ИЛӘ ТӘДГИГИ

Магаләдә NaCl, KCl монокристаллары вә селлюлод үзәриндә чөкдүрүлмүш TlTe назик тэбэгәлери электронография үсулу илә өйрәтилмишир. Температурдан асылы оларак поликристал ( $\sim 100^\circ\text{C}$ ), монокристал ( $\sim 145^\circ\text{C}$ ) вә буларын гарышыгы ( $100-130^\circ\text{C}$ ) мушанидә олунмушдур. Көстәрилмишир ки,  $145^\circ\text{C}$ -дә KCl монокристалы үзәриндә алынмыш TlTe тэбэгәлери илкин фазадан фәргли оларак үст гурулуша малкидир. Бу фазаларын гәфәс сабитләри арасындаки гаунаулулулуг мөәјјән едилмишир.

R. B. Shafizade, F. I. Aliyev, D. I. Ismailov

### ELECTRON DIFFRACTION STUDY OF THE TlTe FILMS OBTAINED BY THE VACUUM DEPOSITION

Thin TlTe films deposited on the NaCl, KCl single crystals and cellulose are investigated by electron diffraction method. It is shown that the films have a polycrystalline (at  $\approx 100^\circ\text{C}$ ), monocrystalline (at  $\approx 145^\circ\text{C}$ ) or mixed (at  $100-130^\circ\text{C}$ ) structure. It is found, that the films of TlTe deposited onto KCl at  $145^\circ\text{C}$  form a superstructure, and relation between the basic superstructure periods is established.



К. А. РУСТАМОВ, Н. А. РУСТАМОВ

### О НЕЛИЕВСКОЙ АЛГЕБРЕ, СВЯЗАННОЙ С МОДЕЛЮ ЛАТТИНДЖЕРА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Н. А. Гулиевым)

В последние годы наблюдается все возрастающий интерес к изучению нелиевских алгебр инвариантности дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений теоретической и математической физики, а также применениям созданного на этом пути математического аппарата, в частности, к исследованию моделей теории элементарных частиц, статистической физики, физики плазмы, гидродинамики и т. д. [1—8].

В связи с изложенным особую важность представляет исследование таких моделей, которые наряду с известной общностью обладают и качественными отличительными характеристиками, обуславливающими новизну как методики, так и результатов алгебраического анализа. Среди моделей конденсированного состояния вещества одним из таковых является модель Латтинджера [9, 10], отличающаяся от многих мультикомпонентных моделей теоретической физики существенной «неквадратичностью спектра» [1, 7, 11].

Настоящая работа, использующая результаты лиевского анализа модели Латтинджера [12, 13], посвящена построению нелиевской алгебры, связанной со свойствами инвариантности этой модели, а также построению на этой основе когерентных состояний и функции Грина [14, 15].

Рассмотрим уравнение Шредингера

$$i\hbar^* \frac{\partial \Psi(\vec{r}, t)}{\partial t} = \hat{H} \Psi(\vec{r}, t), \quad (1)$$

где  $(\vec{r} = (x_1, x_2, x_3))$  — трехмерный вектор,  $\hat{H}$  — оператор Гамильтона, который в целях удобства применения последовательных методов анализа алгебраических свойств [1—8, 14] представлен в следующем виде

$$\hat{H} = \left( \gamma_1 + \frac{5}{2} \gamma_2 \right) \frac{p^2}{2m_0} - \frac{\gamma_2}{m_0} \sum_{n=1}^3 p_n^2 J_n^2 - \frac{2\gamma_3}{m_0} \times \\ \times \{ 2P_1 P_2 J_1 J_2 - i\hbar^* P_1 P_2 J_3 + 2P_2 P_3 J_2 J_3 - i\hbar^* P_2 P_3 J_1 + \\ + 2P_3 P_1 J_3 J_1 - i\hbar^* P_3 P_1 J_2 \}, \quad (2)$$

Везде  $\hbar^*$  — постоянная Планка, деленная на 2.

где  $m_0$  — масса свободного электрона,  $\gamma_n (n=1, 2, 3)$  — параметры, ответственные за описание дисперсии вблизи центра зоны Бриллюэна,  $p_n$  — операторы импульса,  $J_n$  — операторы углового момента, соответствующие его значению, равному  $3/2$ .

Напомним, что допускаемой уравнением алгебры инвариантности называется алгебра таких операторов, каждый из которых преобразует любое решение заданного уравнения снова в его решение.

Следуя общей схеме анализа алгебраических свойств многокомпонентных уравнений [1, 7] сначала диагоналируем символ [16] оператора (2) посредством унитарного преобразования  $\hat{U}$ :

$$\hat{U} \hat{H} \hat{U}^+ = \epsilon_j \delta_{js}, \quad (j, s = 1, \dots, 4),$$

где  $\hat{H}$  — символ оператора (2),  $\delta_{js}$  — символ Кронекера,

$$\epsilon_j = A\kappa^2 + [B\kappa^2 - C(\kappa_1^2 \kappa_2^2 + \kappa_2^2 \kappa_3^2 + \kappa_3^2 \kappa_1^2)]^{1/2} \cdot R_j,$$

$R_1 = R_2 = 1, R_3 = R_4 = -1$ ,  $A, B, C$  — константы, однозначно связанные с константами Латтинджера  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ ,  $\vec{\kappa} = (\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3)$  — вектор квазиимпульса [10].

Таким образом, учитывая возникшую двухкратную вырожденность  $\epsilon_1 = \epsilon_2$  и  $\epsilon_3 = \epsilon_4$ , заключаем, что рассматриваемая задача допускает 8-мерную алгебру чисто матричных преобразований

$$\left\{ \hat{M} \right\} = \begin{bmatrix} \left\{ \hat{\Sigma} \right\} & 0 \\ 0 & \left\{ \hat{\Sigma} \right\} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где  $\left\{ \hat{\Sigma} \right\}$  4-мерная алгебра группы  $GL(2)$ , задаваемая матрицами Паули  $\hat{\sigma}_n (n=1, 2, 3)$  и единичной матрицей  $\hat{\sigma}_0$ .

Далее, применяя схему анализа, аналогичную представленной в [7], нетрудно убедиться, что каждое из собственных подпространств, соответствующих собственному значению  $\epsilon' = \epsilon_1 = \epsilon_2$  или  $\epsilon'' = \epsilon_3 = \epsilon_4$  инвариантно относительно 10-мерной алгебры Пуанкаре  $\left\{ \hat{D}_m \right\} (m=1, \dots, 10)$ .

$$\hat{D}_1 = \frac{\partial}{\partial t}; \quad \hat{D}_{1+n} = \frac{\partial}{\partial x_n}; \quad \hat{D}_5 = \left( x_1 + \frac{i\hbar^*}{h^*} \hat{L}_1 \right) \frac{\partial}{\partial x_2} - \left( x_2 + \frac{i\hbar^*}{h^*} \hat{L}_2 \right) \frac{\partial}{\partial x_1}; \\ \hat{D}_6 = \left( x_2 + \frac{i\hbar^*}{h^*} \hat{L}_2 \right) \frac{\partial}{\partial x_3} - \left( x_3 + \frac{i\hbar^*}{h^*} \hat{L}_3 \right) \frac{\partial}{\partial x_2}; \\ \hat{D}_7 = \left( x_3 + \frac{i\hbar^*}{h^*} \hat{L}_3 \right) \frac{\partial}{\partial x_1} - \left( x_1 + \frac{i\hbar^*}{h^*} \hat{L}_1 \right) \frac{\partial}{\partial x_3}; \\ \hat{D}_{7+n} = \left( x_n + \frac{i\hbar^*}{h^*} \hat{L}_n \right) \frac{\partial}{\partial t}; \quad (n=1, 2, 3), \quad (4)$$

$$\hat{L}_n(R) = -2A \frac{\partial}{\partial x_n} - R_1 \left[ B \sum_{i=1}^3 \left( \frac{\partial}{\partial x_i} \right)^2 \left( \frac{\partial}{\partial x_n} \right)^2 + C \left( \left( \frac{\partial^2}{\partial x_1 \partial x_2} \right)^2 + \left( \frac{\partial^2}{\partial x_2 \partial x_3} \right)^2 + \left( \frac{\partial^2}{\partial x_3 \partial x_1} \right)^2 \right)^{1/2} \right] \left[ 2B \left( \frac{\partial}{\partial x_n} \right)^3 + (2B - G) \left( \sum_{i=1}^3 \frac{\partial^2}{\partial x_i^2} \right) \frac{\partial}{\partial x_n} \right].$$

Таким образом, выявляется нетривиальное множество преобразований инвариантности рассматриваемой задачи.



В целях решения традиционных задач приложения алгебр инвариантности динамических уравнений, а именно, вычисления когерентных состояний, функций Грина так называемых сжатых состояний важно, что каждое из собственных подпространств, соответствующих  $\epsilon'$  и  $\epsilon''$  допускает также и следующую алгебру Гейзенберга-Вейля.

$$\begin{aligned} \hat{A}_n(R) &= \frac{1}{2} \left( x_n + \frac{i\hbar}{h^*} \hat{L}_n \right) + \frac{\partial}{\partial x_n}, \\ \hat{A}_n^+(R) &= \frac{1}{2} \left( x_n + \frac{i\hbar}{h^*} \hat{L}_n \right) - \frac{\partial}{\partial x_n}, \end{aligned} \quad (5)$$

где  $[\hat{A}_n(R), \hat{A}_m^+(R)] = \delta_{nm}$ ,  $\hat{I}$  — тривиальное преобразование,  
 $[\hat{A}_n(R), \hat{A}_m(R)] = [\hat{A}_n^+(R), \hat{A}_m^+(R)] = 0$ .

Следуя установившейся терминологии, операторы  $\hat{A}^+$  и  $\hat{A}$  будем называть операторами рождения и уничтожения. Далее, используя явный вид этих операторов (5), нетрудно вычислить когерентные состояния, используя последние, функции Грина для каждой из ветвей спектра  $\epsilon'$  и  $\epsilon''$ . В целях удобства расчеты можно произвести в традиционном для рассматриваемой задачи представлении Латтинджера—Кона. При этом когерентными состояниями будут называться функции  $|\alpha, R\rangle$ , удовлетворяющие соотношению

$$\hat{A}_n(k) |\alpha, R\rangle = \alpha_n |\alpha, R\rangle,$$

где  $\alpha_n$  — комплексные собственные числа операторов  $\hat{A}_n(R)$  или же

$$|\alpha, R\rangle = \hat{D}(\alpha) |0, R\rangle,$$

где

$$\hat{D}(\alpha) = \prod_{n=1}^3 \exp \left\{ \alpha_n \hat{A}_n^+(R) - \alpha_n^* \hat{A}_n(R) \right\}, \quad \hat{A}_n(R) |0, R\rangle = 0.$$

Таким образом, для нормированных когерентных состояний получим

$$|\alpha, R\rangle = \left( \frac{-2}{\pi} \right)^{3/2} \exp \left\{ \frac{-i\hbar}{h^*} \epsilon(\alpha, R) + \sum_{n=1}^3 \left( \kappa_n^2 + 2i\alpha_n \kappa_n - \text{Re}^2 \alpha_n \right) \right\} \quad (6)$$

Нетрудно убедиться, что функции  $|\alpha, R\rangle$  удовлетворяют стандартным для когерентных состояний свойствам перенормированности и ортогональности [14, 15].

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{\infty} \langle \beta, R | \kappa \rangle \langle \kappa | \alpha, R \rangle d^3\kappa &= \prod_{n=1}^3 \exp \left( -\frac{|\alpha_n|^2}{2} - \frac{|\beta_n|^2}{2} + \alpha_n \beta_n^* \right), \\ \pi^{-3} \int_{-\infty}^{\infty} \langle \kappa | \alpha, R \rangle \langle \alpha, R | \kappa' \rangle d^3\kappa &= \delta(\kappa - \kappa'), \end{aligned}$$

где

$$\delta(\kappa - \kappa') = \prod_{n=1}^3 \delta(\kappa_n - \kappa'_n), \quad d^2\alpha = d(\text{Re} \alpha) d(\text{Im} \alpha), \quad d^3\kappa = d\kappa_1 d\kappa_2 d\kappa_3,$$

С использованием этих выражений функция Грина задачи вычисляется следующей формулой

$$G(\kappa', t'; \kappa, t) = \pi^{-3} \int_{-\infty}^{\infty} \langle \kappa', t' | \alpha, R \rangle \langle \alpha, R | \kappa, t \rangle d^2\alpha.$$

Далее, учитывая, что

$$|\alpha, R\rangle = |0, R\rangle \exp \left\{ \sum_{n=1}^3 (2i\alpha_n \kappa_n - \text{Re}^2 \alpha_n) \right\}$$

будем иметь

$$\begin{aligned} G(\kappa', t'; \kappa, t) &= \exp \left\{ \frac{i}{h^*} (\epsilon(R, \kappa)t - \epsilon(R, \kappa')t') + \right. \\ &\left. + \sum_{n=1}^3 \left( \kappa_n^2 + \kappa_n'^2 - \frac{(\kappa_n + \kappa_n')^2}{2} \right) \right\} \delta(\kappa - \kappa'). \end{aligned}$$

### Литература

1. Фушич В. И. Теоретико-групповые методы в математической физике.—Киев: ИМ АН УССР, 1978.
2. Фушич В. И. Теоретико-алгебраические исследования в математической физике.—Киев: ИМ АН УССР, 1981.
3. Ибрагимов Н. Х. Группы преобразования в математической физике.—М., 1983.
4. Yvette Kosmann-Schwarzbach. Differential Geometric Methods in Math. Physics, 1984, p. 241.
5. Григорьев Ю. В., Мелешко С. В.—Препринт № 18—86 Института теор. и прикл. механики СО АН СССР, 1986.
6. Rustamov K. A.—Int. Journal of Theor. Phys., № 3, 1987, p. 307.
7. Rustamov K. A. Труды IV Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики.—Лубна, ОИЯИ, 17—87—901, 1987.
8. Ахатов И. Ш., Газизов Р. К., Ибрагимов Н. Х. В сб.: Математическое моделирование.—М., 1987.
9. Lattinger J. M.—Phys. Rev., v. 102, 1956, p. 1030.
10. Бир Г. Л., Пикус Е. Г. Симметрия и деформационные эффекты в полупроводниках.—М., 1972.
11. Rustamov K. A., Бабаев А. М.—Изв. ВУЗов СССР, серия физики, № 1, 1988, с. 12.
12. Rustamov K. A. Proc. XI Int. Coll. on Group-Theor. Meth. in Physics.—Istanbul, p. 393, 1982.
13. Rustamov K. H., Rustamov N. A. В сб.: Некоторые вопросы в теории линейных и нелинейных операторных уравнений, вып. 1.—Баку, 1982.
14. Малкин И. А., Манько В. И. Динамические симметрии и когерентные состояния квантовых систем.—М., 1972.
15. Perelomov A. M. Comm. Math. Physics, v. 26, 1972, p. 222 (Preprint ITP-144, 1983).
16. Шубин М. А. Псевдодифференциальные операторы и спектральная теория.—М., 1978.

Шемахинская астрофизическая  
 обсерватория АН АзССР

Поступило 29. III 1988

К. Э. Рустамов, Н. Э. Рустамов

### ЛАТТИНДЖЕР МОДЕЛИ ИЛЭ БАГЛЫ ОЛАН ГЕЈРИ-ЛИ ЧЭБРИ БАГГЫНДА

Латтинджер моделини инвариантлыг хассэлэри илэ баглы олан гејри-Ли чэбри гурулмушдур. Бу гурулмаларын тэтбиги оларга когерент халлар вэ Грин функцијасы хесаблинышдыр.

K. A. Rustamov, N. A. Rustamov

### ON THE NON-LIE ALGEBRA, CONNECTED WITH THE LATTINGER MODEL

Non-Lie algebra connected with the invariance properties of the Lattinger model is obtained. As an example of the application of the performed algebraic analysis the coherent states and Green functions are calculated.



Чл.-корр. Ф. М. ГАШИМЗАДЕ, А. Т. ГАДЖИЕВ, Н. Б. МУСТАФАЕВ,  
В. Я. ШТЕЙНШРАЙБЕР

### ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ ТОНКИХ ПЛЕНОК ВИСМУТА

В работе [1] вычислен коэффициент межзонного поглощения света  $\alpha$  в тонких размерно-квантованных пленках висмута. Расчет проведен в рамках модели энергетического спектра электронов, предложенной Абрикосовым [2] и Коэном [3]. Показано, что осцилляции  $\alpha$  в зависимости от частоты света выражены в рамках модели Абрикосова—Коэна более ярко, чем в рамках стандартной и непараболической кейновской моделей.

В настоящей работе приводятся результаты расчета в рамках модели Абрикосова—Коэна диэлектрической проницаемости тонких пленок висмута. Аналогичный расчет диэлектрической проницаемости массивного висмута, проведенный ранее в [4], показал, что модель Абрикосова—Коэна позволяет достичь лучшего согласия с экспериментом по сравнению с другими моделями спектра.

Электронный спектр, найденный в [1] из решения системы дифференциальных уравнений, полученных с помощью эффективного гамильтониана работы [3] при аппроксимации пленочного потенциала бесконечной прямоугольной ямой, имеет вид:

$$\left(E - \frac{p_y^2}{2m_y}\right) \left(E + E_g + \frac{\mu p_y^2}{2m_y}\right) = (p_x V_x)^2 + \left(\frac{\pi n}{d} h V_x\right)^2 \quad (1)$$

Здесь ось  $x$  направлена вдоль бинарной оси кристалла,  $y$  — вдоль вытянутости изоэнергетической поверхности,  $z$  — вдоль тригональной оси  $C_3$  (малым наклоном изоэнергетической поверхности к базисной плоскости пренебрегается);  $V_x^2 = \frac{E_g}{2m_x}$  — положительные константы спектра,  $\mu$  — параметр, характеризующий незеркальность зон  $L_2$  и  $L_1$  в направлении  $y$ ,  $n$  — квантовое число,  $d$  — толщина пленки,  $h$  — постоянная Планка, деленная на  $2\pi$ .

Отметим, что закон дисперсии (1) описывает спектр электронов в пленках, поверхность которых перпендикулярна  $C_3$ .

Диэлектрическая проницаемость пленки вычислялась с помощью соотношений Крамерса—Кронига. При этом предполагалось, что основную роль играют межзонные прямые переходы в  $L$ -точке и использовалось выражение для  $\alpha$ , полученное в [1].

Диэлектрическая проницаемость пленки равна:

$$\epsilon = \frac{3}{2} (\epsilon_{xx} + \epsilon_{yy}), \quad (2)$$

где

$$\epsilon_{xx} - 1 = \frac{32 e^2 V_x}{\pi d} \sqrt{\frac{m_y}{(\mu + 1) E_g^3}} \left[ \sum_{n=1}^{n'-1} \Phi_x(n, k_0) + \sum_{n=n'}^{n_{\max}} \Phi(n, 0) \right] \quad (3)$$

$$\epsilon_{yy} - 1 = \frac{128}{\pi V_x d} \left(\frac{e}{m_0}\right)^2 \sqrt{\frac{m_y^2}{E_g (\mu + 1)^3}} \left(\frac{\partial M_{cv}}{\partial p_y}\right)^2 \times \\ \times \left[ \sum_{n=1}^{n'-1} \Phi_y(n, k_0) + \sum_{n=n'}^{n_{\max}} \Phi_p(n, 0) \right] \quad (4)$$

$$\Phi_x(n, a) = \int_a^{\frac{1}{\sqrt{2}}} A(k) K(k) (1 - 2k^2) dk \quad (5)$$

$$\Phi_y(n, a) = \int_a^{\frac{1}{\sqrt{2}}} A(k) [E(k) - (1 - k^2) K(k)] dk \quad (6)$$

$$A(k) = \frac{k}{\sqrt{1 - 2k^2}} [1 + 4x_n (1 + x_n) (1 - 2k^2)^2]^{-\frac{3}{2}} \quad (7)$$

Здесь  $K(k)$  и  $E(k)$  — полные эллиптические интервалы первого и второго родов,  $n \geq n'$  — номера подзон, лежащих выше уровня Ферми  $E_F$ ;

$$x_n = \frac{E_n}{E_g}, \quad x_F = \frac{E_F}{E_g}, \quad x_0 = \frac{\pi h}{E_g d} V_x, \quad \eta = \frac{h\omega}{E_g}$$

$$2x_n = \sqrt{1 + (2v_0 n)^2} - 1,$$

$$2k^2 = 1 - [1 + \eta^2 - (1 + 2x_n)^2]^{-\frac{1}{2}},$$

$$2k_0^2 = 1 - [1 + 4(x_F - x_n)(1 + x_F + x_n)]^{-\frac{1}{2}} \quad (8)$$

Отметим, что при вычислении  $\epsilon_{xx}$  значение квадрата матричного элемента дипольного момента  $M_{cv}$  полагалось равным  $(m_0 V_x)^2$ . При вычислении  $\epsilon_{yy}$  предполагалось:

$$M_{cv} = p_y \frac{\partial M_{cv}}{\partial p_y} \quad (9)$$

так как в нулевом приближении по импульсу  $M_{cv} = 0$ . Это обусловлено тем, что в модели Абрикосова—Коэна ближайшая в  $L$ -точке зона проводимости и валентная зона не взаимодействуют в направлении  $y$ . Компонента массы  $m_y$  определяется не  $E_g$ , а энергетическим расстоянием  $E_0$  до более удаленных зон.

В таблице приведены результаты численного расчета диэлектрической проницаемости пленок на основе формул (2) — (8). Значения параметров спектра Абрикосова—Коэна брались из работы [5]:  $\mu = 2$ ,  $V_x = 0,91 \cdot 10^8$  см/с,  $V_z = 0,56 \cdot 10^8$  см/с,  $m_y = 1,2 m_0$ . Использовались резуль-



таты расчета толщинной зависимости  $E_F$ , проведенного на основе спектра (1) в работе [6]. Суммирование в выражении для  $\epsilon_{yy}$  (4) проводилось по номерам подзон, расположенных ниже  $E_0$ . Предполагалось, что  $\frac{E_0}{E_g} \sim \frac{m_y}{m_x}$ . Величина  $\frac{\partial M_{xy}}{\partial p_y}$  определялась исходя из экспериментальных данных о диэлектрической проницаемости массивного висмута. Согласно [7], в висмуте  $\epsilon = 110 \pm 10$ , энергетический зазор  $E_g$  при гелиевых температурах равен 13,6 мэВ.

Значения диэлектрической проницаемости  $\epsilon$ , энергии Ферми  $E_F$  и энергии первого размерного уровня в пленках висмута при гелиевых температурах. Энергии отсчитаны от положения дна зоны проводимости в массивном висмуте

$d$ (Å)	$\epsilon$	$E_F$ (мэВ)	$E_1$ (мэВ)
400	92,2	24,5	22,8
700	95,4	21,9	11,0
1 000	97,8	21,0	6,6
1 300	99,0	20,9	4,4
1 600	99,4	20,6	3,1
1 900	100,0	20,5	2,3

Как видно из таблицы, с уменьшением толщины пленки диэлектрическая проницаемость монотонно уменьшается. По сравнению с массивным кристаллом относительное изменение диэлектрической проницаемости в пленке толщиной 400 Å составляет  $\approx 10\%$ .

#### Литература

1. Mustafaev N. B., Shakhhtakhtinskiy M. G.—Phys. stat. sol. (b), 1984, 124, k. 151; Мустафаев Н. Б., Шахтахтинский М. Г.—Тез. докл. 12 совещания по теории полупроводников.—Ташкент, 1985, с. 136.
2. Abrikosov A. A.—J. Low Temp. Phys., 1972, 8, 315.
3. Cohen M. H.—Phys. Rev., 1961, 121, 387.
4. Шахтахтинский М. Г., Мустафаев Н. Б.—ДАН АзССР, 1984, 40, 26.
5. Беловолов М. И., Брандт Н. Б., Вавилов В. С., Пономарев Я. Г.—ЖЭТФ, 1977, 73, 721.
6. Mustafaev N. B., Shakhhtakhtinskiy M. G., Shteinshreiber V. J., Gadzhiev A. T.—Thin Solid Films, 1986, 137, 7.
7. Эдельман В. С.—УФН, 1977, 123, 257.

Институт физики АН АзССР

Поступило 4. IX 1987

Ф. М. Гашимзаде, А. Т. Гаджиев, Н. В. Мустафаев,  
В. Я. Штейншрайбер

#### НАЗИК БИСМУТ ТЭБЭГЭЛЭРИНДЭ ДИЕЛЕКТРИК САБИТИ

Магаллада Абрикосов-Коһен дисперсија гапуу эсасында назик бисмут тэбэгэлэрини диэлектрик сабити һесаблинышыдыр. Електрон спектрини өлчүжә көрә квантланмасы һазэрә алынышыдыр. Мүдјјөн едилмишидыр ки, тэбэгә галыныгыныи азалмасы илә диэлектрик сабити монотон оларар азалыр.

F. M. Gashimzade, A. T. Gadzhiev, N. B. Mustafaev, V. Ya. Shteinshreiber

#### DIELECTRIC PERMEABILITY OF THIN BISMUTH FILMS

Dielectric permeability of thin size-quantized bismuth films on the basis of the Abrikosov-Cohen spectrum is calculated. It is shown that decrease of the film thickness leads to monotonous decrease of dielectric permeability.

УДК 541.6.64

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Б. Ю. ТРИФЕЛЬ, А. А. БУНИЯТЗАДЕ, К. С. ШИХАЛИЕВ,  
Ф. В. МАМЕДОВ

#### О РОЛИ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ ГРУПП МАКРОМОЛЕКУЛ В ПРОЦЕССАХ МОДИФИКАЦИИ

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

На большом числе примеров показано, что при модификации полиолефинов (хлорированный полиэтилен, СКЭП, бутилкаучук, полипропилен) в реакции участвуют кислородсодержащие фрагменты, которые образуются на макромолекуле в ходе ее синтеза и переработки, а также при радикальных процессах в присутствии кислорода.

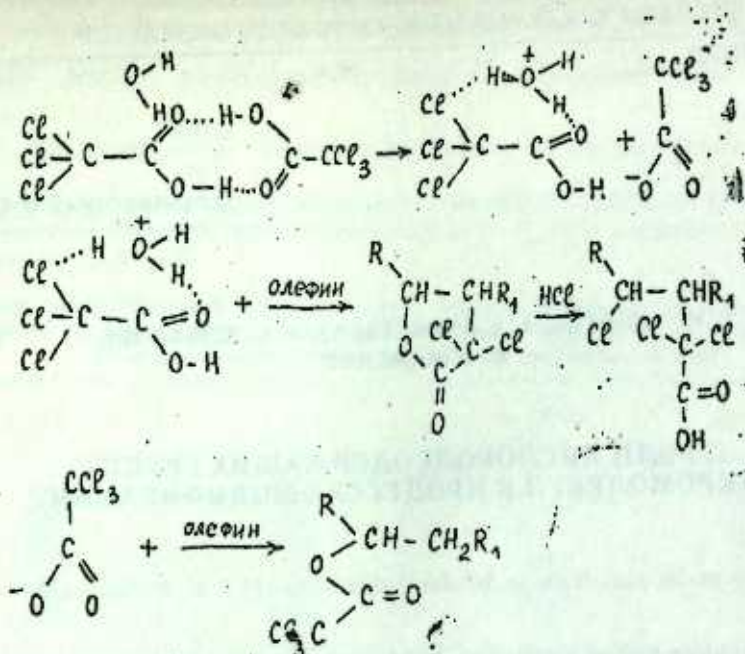
Следует отметить, что несмотря на решающую роль указанных фрагментов в процессе модификации, что будет показано далее, большинством исследователей [1—4], работающих в этой области, этот фактор не принимается во внимание.

При наличии в системе антиоксидантов, содержащих подвижной протон (неозон-Д), происходит дезактивация активных перекисных групп с переводом их в гидроперекиси.

В условиях модификации создаются благоприятные условия для распада гидроперекисных группировок и в присутствии ионов металлов (остатки катализатора) происходит превращение с образованием ионов гидроксила и относительно устойчивых карбоксильных групп на макромолекуле. Карбоксильная группа как сильный акцептор поляризует близлежащий углерод в  $\alpha$ -положении и тем самым способствует отщеплению протона от него с образованием карбокатиона (карбониевого иона). Ионы гидроксила же активно участвуют в реакции замещения по механизму  $S_N2$  (бимолекулярное замещение) с галогенсодержащими модификаторами с образованием соединения дивалентного (биполярного) иона, который на макромолекуле образует различные фрагменты: эфирные группировки, поликарбоновые кислоты. Следует отметить, что в случае механизма  $S_N2$  (атака с тыла) с участием нуклеосрила  $OH^-$ , образующегося из гидроксила содержащих инициаторов, процесс частично будет проходить через стадию лактонизации [6].

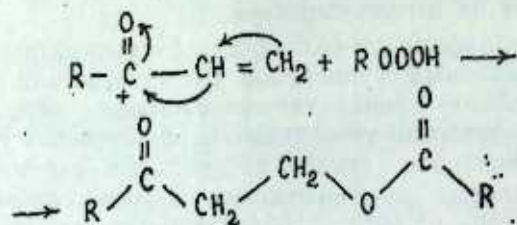


Изложенное можно представить следующей схемой:



При рассмотрении реакции  $\alpha$  = галогенкислот и их производных с гидроперекисями полиолефинов имеет место атака нуклеофильного агента с фронта. В этом случае конифигурация модификатора сохраняется и лактонизация сводится к минимуму.

В случае бутилкаучука карбонил на макромолекуле обычно сопряжен с двойной связью, что создает благоприятные условия для нуклеофильного присоединения  $\alpha$ -замещенных галогенкислотных эфиров по механизму  $A_B$  (реакция Михаэля):

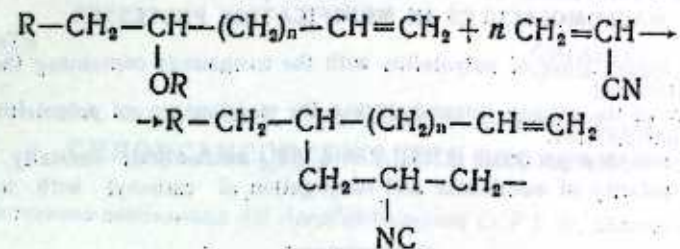


Подобное толкование приводится Минскером [6] при рассмотрении вопросов модификации и стабилизации поливинилхлорида.

Что касается модификаторов ненасыщенного типа (акриловой кислоты и ее производных), то в этом случае привитая сополимеризация также происходит с участием кислородсодержащих фрагментов. Но здесь стадия образования гидроперекисей и их распад идет по бимолекулярному или псевдомонимермолекулярному механизму с образованием активных радикальных центров.

Не исключено, что в активации ненасыщенных мономеров участвует ОН-радикал [7].

Наличие остаточных алкоксирадикалов  $RO\cdot$  и  $ROO\cdot$  на макромолекуле инициирует привитую полимеризацию ненасыщенных мономеров на макромолекуле, например [7].



### Выводы

1. В реакциях модификации олефинов необходимо учитывать наличие на макромолекуле кислородсодержащих фрагментов.
2. При рассмотрении радикальных процессов присоединения модификаторов, содержащих функциональные группы ( $-COOH$ ,  $CN$ ,  $Cl$  и т. д.), необходимо учитывать их полярный характер.
3. При полимераналогичных превращениях промышленных эластомеров, содержащих ингибирующие ингредиенты, следует иметь в виду возможность образования гидроперекисных групп.
4. Гидроперекиси в присутствии остатков металлических катализаторов, имеющих в полимере, разлагаются по окислительно-восстановительному механизму с образованием иона гидроксила и карбонильной группы на макромолекуле.
5. Наличие карбонильной группы на макромолекуле при ее сопряжении с двойной связью активизирует последнюю и создает возможность для атаки нуклеофилом, т. е. образованию привитого сополимера. При наличии донорных заместителей при двойной связи реакция будет протекать преимущественно через  $\alpha$ -метиленовую группу.

### Литература

1. Химические реакции полимеров. — М.: Мир, 1967, с. 415.
2. Сирота А. Г. Модификация структуры и свойства полиолефинов. — М.: Химия, 1969, с. 109.
3. Баттерд Т., Третер Д. Свойства привитых и блок-сополимеров. — М., Химия, 1970.
4. Цереза Р. Блок- и привитые сополимеры. — М.: Мир, 1964.
5. Ингольд К. Теоретические основы органической химии. — М.: Мир, 1973, с. 432.
6. Минскер К. С., Федосеева Г. Т. Деструкция и стабилизация поливинилхлорида. — М.: Химия, 1979, с. 63.
7. Полимеризация виниловых мономеров. — М.: Химия, 1973. Под ред. Д. Хэма, с. 159.

АЗИНЕФТЕХИМ  
им. М. Азизбекова

Поступило 8.IV 1987

Б. Я. Трифел, А. А. Бунжадзаде, К. С. Шихалиев, Ф. В. Маммадов

### МОДИФИКАЦИЈА ПРОСЕСЛЭРИНДЭ МАКРОМОЛЕКУЛАРЫН ОКСИКЕНЛИ ГРУПЛАРЫНЫН РОЛУ ЫАГГЫНДА

Моголэда полиолефинлэрин функционал группу бирлэшмэлэрлэ радикал сополимерлэше методу илэ модификацијасынын ганунаугуялуглары араидырылмышдыр. Кестэрилмишдыр ки, полиолефинлэрин модификацијасы заманы онларын макромолекула-рында оксикенли группалэрин олдугуну нэзэрэ алмаг вачибдыр.



Полимераналожи чеврилме реаксиясы модификаторун полжарлыгындай ва карбонил группунун доймамыш алагэ иле мунасибетиенден асылы оларар, эсасен S<sub>2</sub>, Ad механизми васитесиле кедир.

B. Yu. Trifel, A. A. Buniyatzadeh, K. S. Shikhalizadeh, F. V. Mamedov

### ON THE ROLE OF OXYGEN-CONTAINING GROUPS OF MACROMOLECULES IN MODIFICATION PROCESSES

The radical modification of polyolefins with the compounds containing the functional groups is discussed.

The presence of the oxynen, formed during the modification of polyolefins, should be taken into consideration.

Similar polymer changes occur in S<sub>N</sub>2 and Ad<sub>N</sub> mechanisms, basically in accordance with the polarity of modifier and conjugation of carbonyl with unsaturated bonds.

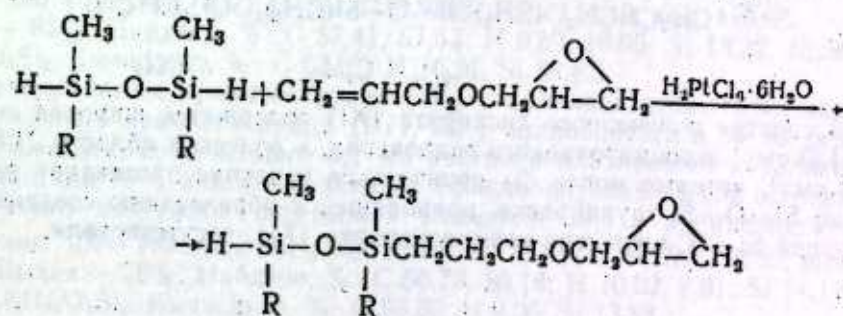
УДК 547.241.5

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

### Р. А. СУЛТАНОВ, Г. Г. АБАСОВА, Р. А. ДЖАЛИЛОВ СИЛОКСАНСОДЕРЖАЩИЕ ОКСИРАНЫ

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

Силоксансодержащие оксираны, обладая высокой реакционной способностью, с успехом могут быть использованы для получения кремнийорганических смол с уникальными свойствами, обусловленными π-взаимодействием р-электронов кислорода Si—O— с 3d-орбиталями атома кремния [1]. В настоящей работе для выяснения возможности получения оксиранов, содержащих силоксановую группировку, осуществлено в продолжение ранее начатых исследований [2] присоединение тетраорганилдисилоксанов к аллилглицидиловому эфиру в присутствии платиновых катализаторов.



R = C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> (I), C<sub>3</sub>H<sub>7</sub> (II), изо-C<sub>3</sub>H<sub>7</sub> (III), C<sub>4</sub>H<sub>9</sub> (IV), изо-C<sub>4</sub>H<sub>9</sub> (V), C<sub>5</sub>H<sub>11</sub> (VI), изо-C<sub>5</sub>H<sub>11</sub> (VII), C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> (VIII).

Выход продуктов реакции (I—VIII), образовавшихся в результате присоединения одной молекулы аллилглицидилового эфира, составляет 30—60%. Наряду с ними образуются и продукты диприсоединения, выход которых зависит от соотношения реагирующих компонентов. В частности, при взаимодействии диметилдипропилдисилоксана с двумя молекулами указанного эфира был получен соответствующий диоксиран [CH<sub>2</sub>—CHCH<sub>2</sub>O(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>Si(C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>)CH<sub>3</sub>]<sub>2</sub>O (IX) с выходом более 85%.

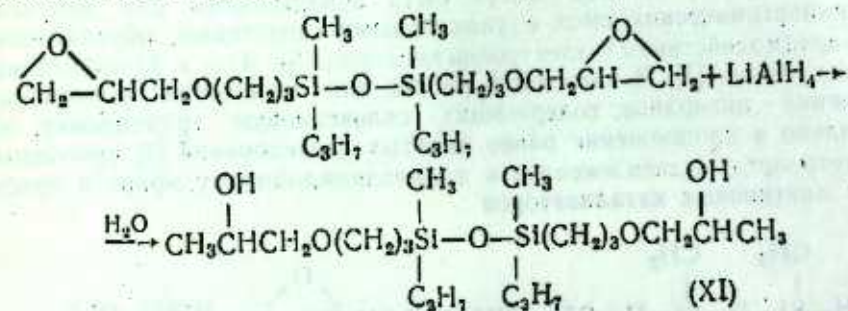
Линейная структура продуктов присоединения тетраорганилдисилоксанов к исследуемому оксирану, доказанная ранее [2] методом ПМР-спектроскопии, по-видимому, справедлива и в настоящем случае. Наличие оксиранового цикла в синтезированных соединениях подтверждено данными ИК-спектров. В ИК-спектрах кремнеоксиранов (I—VIII), индивидуальность которых установлена газожидкостной хроматографией, при-



сутствуют полосы поглощения 860, 885 и 3050  $\text{см}^{-1}$ , характерные коле-

баниям  $\text{CH}_2-\text{CH}$ -цикла, а также интенсивный пик 2110  $\text{см}^{-1}$ , принадлежащий асимметричному валентному колебанию связи  $\text{Si}-\text{H}$  [3]. Присоединение аллилацетата по  $\text{Si}-\text{H}$  группе приводит к исчезновению полосы 2100  $\text{см}^{-1}$  в спектре соединения (III) и появлению характерного для  $\text{C}=\text{O}$  поглощения при 1740  $\text{см}^{-1}$  в группировке  $\text{COOCH}_3$  кремнеацетата (X). Следовательно, тетраорганилдисилоксаны присоединяются к аллилглицидиловому эфиру по  $\text{C}=\text{C}$  с образованием кремнеоксиранов с реакционноспособной связью  $\text{Si}-\text{H}$ .

Известно, что как дисилоксановая группа [1], так и оксирановый цикл [4] легко вступают в реакции с нуклеофильными реагентами, приводя к соответствующим производным. Мы установили, что при взаимодействии кремнийдиоксирана (IX) с алюмогидридом лития в реакцию вступают лишь оксирановые кольца, а дисилоксановая группа при этом остается незатронутой



В спектре полученного диспирита (XI) содержится широкая полоса 3430  $\text{см}^{-1}$  ассоциированного гидроксила, а полосы в области 2080—2280  $\text{см}^{-1}$ , которые могли бы проявляться в случае протекания реакции по  $\text{Si}-\text{O}-\text{Si}$  группировке, приводящей к образованию соединения с группой  $\text{Si}-\text{H}$ , в спектре кремнедиспирита (XI), отсутствовали.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Аллилглицидиловый эфир, полученный взаимодействием аллилового спирта с эпихлоргидрином с последующим дегидрохлорированием образовавшегося хлоргидрина  $\text{KOH}$ , имел т. кип. 63° (30 мм),  $n_D^{20}$  1,4375,  $d_4^{20}$  0,9779.

ИК-спектры снимали на спектрометре ИР-20 с призмой  $\text{NaCl}$  и  $\text{LiF}$ .  $\gamma$ -Глицидилоксипропилдиметилдиэтилдисилоксан (I). Реакционную смесь, состоящую из 15,2 г диметилдиэтилдисилоксана, 10,7 г аллилглицидилового эфира, 50 мл безводного бензола и 0,1 мл раствора платинохлористоводородной кислоты в изопропиловом спирте, кипятили в колбе с обратным холодильником в течение 10 ч. После отгонки легкокипящих компонентов из остатка вакуумной перегонкой выделили 11,1 г кремнеоксирана (I) с т. кип. 99—100° (0,5 мм),  $n_D^{20}$  1,4391,  $d_4^{20}$  0,9340.  $M_{R_D}$  77,90, выч. 78,13. Выход — 43%. Найдено, %: C 52,36, 52,61; H

10,32; 10,10; Si 20,06, 20,52.  $\text{C}_{12}\text{H}_{28}\text{O}_5\text{Si}_2$ . Вычислено, %: C 52,12; H 10,21; Si 20,32.

Аналогичным способом получены кремнеоксираны (II—VIII), физические свойства которых приведены в таблице.

Свойства кремнеоксиранов\*

№ соед.	Т. кип., °C (р. мм)	$n_D^{20}$	$d_4^{20}$	$M_{R_D}$		Выход, %
				найдено	выч. лево	
II	120 (0,5)	1,4430	0,9289	86,92	86,73	45
III	111 (0,3)	1,4431	0,9296	86,89	86,73	55
IV	131—132 (0,5)	1,4449	0,9155	96,68	96,73	40
V	130 (0,5)	1,4425	0,9187	95,91	96,73	46
VI	157 (0,5)	1,4462	0,9085	105,93	105,99	40
VII	154—155 (0,5)	1,4430	0,9100	105,08	105,99	40
VIII	195 (0,5)	1,5257	1,0573	108,13	108,75	60

\* Найденный элементный состав соответствует вычисленному.

$\alpha$ ,  $\omega$ -ди ( $\gamma$ -глицидилоксипропил) диметилдипропилдисилоксан (IX). Смесь из 12,6 г диметилдипропилдисилоксана и 7,5 г свежеперегнанного аллилглицидилового эфира, содержащего 0,1 мл катализатора Спайера, кипятили в растворе бензола в течение 20 ч. После обычной обработки вакуумной перегонкой выделили 23,5 г кремнедиоксирана (IX): Т. кип. 190 (0,5 мм),  $n_D^{20}$  1,4618,  $d_4^{20}$  0,9885,  $M_{R_D}$  116,40, выч. 115,66. Выход — 85%. Найдено, %: C 57,41, 57,63; H 9,89, 10,05; Si 13,22, 13,58.  $\text{C}_{20}\text{H}_{42}\text{O}_5\text{Si}_2$ . Вычислено, %: C 57,37; H 10,11, Si 13,42.

Взаимодействие кремнедиоксирана (III) с аллилацетатом. 18,9 г свежеперегнанного кремнедиоксирана (III), 6,2 г аллилацетата и 50 мл безводного бензола, содержащего 0,1 мл раствора платинового катализатора, кипятили 10 ч, а затем подвергли фракционировке. После отгонки растворителя вакуумной перегонкой выделили 19,1 г кремнеацетата (X). Т. кип. 159—162° (0,5 мм),  $n_D^{20}$  1,4525,  $d_4^{20}$  0,9871,  $M_{R_D}$  110,69, выч. 111,39. Выход — 76%. Найдено, %: C 56,73, 56,18; H 10,02, 9,81; Si 14,11, 13,77.  $\text{C}_{19}\text{H}_{40}\text{O}_5\text{Si}_2$ . Вычислено, %: C 56,39, H 9,96, Si 13,88.

Взаимодействие кремнедиоксирана (IX) с алюмогидридом лития. К 18,5 г кремнедиоксирана (IX) в 30 мл эфире при интенсивном перемешивании и охлаждении (лед + соль) медленно приливали эфирный раствор 2,1 г алюмогидрида лития. Смесь перемешивали еще 8 ч при комнатной температуре, а затем обработали подкисленной водой. Отделили водный слой от органического и последний сушили над прокаленным сульфатом магния. После отгонки растворителя из остатка вакуумной перегонкой выделили 15,2 г кремнедиспирта (XI) с т. кип. 173° (0,3 мм),  $n_D^{20}$  1,4584,  $d_4^{20}$  0,9660.  $M_{R_D}$  119,52, выч. 119,48. Выход — 82%. Найдено, %: C 56,44; 56,62; H 10,11; 10,42; Si 13,36, 13,58.  $\text{C}_{20}\text{H}_{46}\text{O}_5\text{Si}_2$ . Вычислено, %: C 56,81; H 10,37; Si 13,28.

#### Выводы

Изучена реакция каталитического присоединения тетраорганилдисилоксанов к аллилглицидиловому эфиру, приводящая к синтезу сило-



кислородсодержащих оксидов с реакционноспособной связью кремний-водород. Показано, что оксидное кольцо более реакционноспособно по отношению к алюмогидриду лития, нежели группировки SiOSi.

#### Литература

1. Воронков М. Г., Милешкевич В. П., Южелевский Ю. А. Силоксановая связь. — М.: Наука, 1976. 2. Султанов Р. А., Абасова Г. Г., Джабилов Р. А. ЖВХО им. Д. И. Менделеева. — М., 1987. 3. Бажант В., Хваловский В., Фатоуски И. Силиконы. — М.: ГХИ, 1960. 4. Малиновский М. С. Окислы олефинов и их производные. — М.: ГХИ, 1965.

Сумгаитский ВТУЗ

Поступило 26. V 1987

Р. А. Султанов, Г. Г. Абасова, Р. А. Джабилов

#### СИЛОКСАН ТЭРКИБЛИ ОКСИРАНЛАР

Магаллада тетраорганилдисилоксанларын каталитик жолла аллилглицидил эфирино бирлешмеси реаксиясы өңрәлимишидир. Мүзәјән едилмишидир ки, реаксия фаал Si—H рабитәли силоксантәркибли оксидларын алынмасы истигамәтиндә кәдир. Кәстәрилмишидир ки, LiAlH<sub>4</sub>-ә гарипи оксидан һалғасы SiOSi групуна нәзәрән даһа һәссәсдир.

R. A. Sultanov, G. G. Abasova, R. A. Djajibov

#### SILOXANCONTAINING OXYRANS

The authors study the reaction of catalysis connection of tetraorganildisiloxans to allylglycidyl ether, resulting in synthesis of siloxancontaining oxyrans with reaction capable bond Si—H. It is shown, that oxyrans ring is more reaction capable than group SiOSi in attitude to LiAlH<sub>4</sub>.

УДК 541.139:546.74

#### ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

О. Н. НОВРУЗОВ, А. Д. КУЛИЕВ, М. М. СЕНДРЗАЕВА,  
чл.-корр. АН Азерб. ССР М. И. РУСТАМОВ

#### МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА НАНЕСЕННЫХ НА ОКСИДЫ АЛЮМИНИЯ И МАГНИЯ КРИСТАЛЛОВ NiO

Физико-химические адсорбционные и каталитические свойства, связанные с распределением металла в объеме и на поверхности микрокристаллов, нанесенных на пористые носители [1—3], могут отличаться от существующих свойств массивных систем. Поэтому, несмотря на многочисленные исследования физических и каталитических свойств, изучение подобных систем интенсивно продолжается. Отметим, что эти системы являются хорошим объектом для анализа ряда вопросов катализа на сплавах [3—6]. Системы NiO/γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NiO/MgO NiO/SiO<sub>2</sub> представляют особый практический и теоретический интерес. При исследовании этих систем, особое значение имеет вопрос о распределении NiO и ионов Ni<sup>2+</sup> на поверхности и в объеме носителя в зависимости от концентрации никеля и температуры термической обработки. Такие задачи успешно решаются с применением статическим магнитным методом.

В настоящей работе исследованы магнитные свойства кристаллов NiO, нанесенных на γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и MgO в зависимости от содержания NiO; а также характера распределения последнего на носителях с целью сопоставления в дальнейшем полученных данных с адсорбционными и каталитическими свойствами этих систем.

Системы NiO/γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NiO/MgO получены пропиткой носителя нитратом никеля с последующей сушкой и прокалкой при 500 °С в течение 1 ч.

Магнитная восприимчивость (χ) образцов, исследовалась методом Фарадея в интервале температур от 81 до 300 К и напряженностей поля от 500 до 7000 Э. Все исследованные образцы показали независимость χ от напряженности магнитного поля. Из данных магнитной восприимчивости вычислен магнитный момент иона Ni<sup>2+</sup> с точностью до -0,12 мБ и константа Вейсса θ с точностью ± 15 К.

Спектр ЭПР систем снимали на спектрометре HS—PE—3X (фирмы-HOL) на частоте 9,4 МГц при комнатной температуре в атмосфере воздуха. Интенсивность сигналов от ионов Ni<sup>2+</sup> определяли сравнением с эталонными образцами ДФПГ.

Порошкограммы получены на рентгеновской дифрактограмме ДРОН-3 с использованием SiK α-излучения в режиме: диапазон измерений 4×10<sup>3</sup> имп/с, постоянного времени τ = 1 с, скорость вращения детектора ω = 1 град/мин, при щелях 2:4:1:12 мм. Рентгенофазовым анализом было установлено, что при использовании в качестве носителя γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в оксидных образцах возможно наличие фаз: NiO, NiAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>;



$\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;  $\theta$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. В то же время при использовании в качестве подложки MgO в системе были обнаружены лишь оксиды никеля и магния.

Магнитные свойства NiO  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и NiO/MgO системы

Содержание NiO, вес. %	Удельн. магн. воспримчив. $\times 10^4$	Кол-во атомов в 1 г, Кт	$\chi \cdot 10^6$ (при 300К)	Константа Вейсса $\theta$ , К	Н, ЭПР-сигн., Э	Магнитный момент $\mu$ , мБ	
NiO/ $\gamma$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,5	0,866	57,77	0	700	2,87	
	3	1,621	54,05	-10	650	2,76	
	5	2,430	0,050	48,60	-15	700	2,62
	10	3,520	0,100	35,20	-20	700	2,30
	15	2,710	0,150	51,93	-20	700	2,71
Ni/Mg	1,5	1,097	73,70	-10	700	3,20	
	3	1,928	64,00	0	650	3,00	
	5	3,340	0,050	66,80	-10	700	2,78
	10	5,714	0,100	57,10	-15	750	2,67
	15	8,320	0,150	64,00	-20	750	2,76

Магнитные характеристики указанных систем представлены в таблице. Анализ результатов магнитных измерений позволяет рассмотреть вопрос о характере распределения ионов Ni<sup>2+</sup> в NiO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NiO/MgO в системах. Магнитные моменты иона Ni<sup>2+</sup> в образцах NiO/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, содержащие 1,5 и 3 вес. % NiO, составляют 2,76—2,87 мБ, что хорошо согласуется с чисто спиновым значением. Завышенные значения магнитного момента обусловлены вкладом орбитальной составляющей. Магнитная восприимчивость, рассчитанная на 1 г Ni, указанных образцов, практически очень мало меняется, а константа Вейсса мала в пределах точности равна нулю.

При идентификации магнитных фаз в составе систем NiO/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> импульсно-световым методом по температуре Кюри и Нееля, установлено, что для кристаллов NiO с размерами частиц менее 50—70 Å не обнаружены аномалии в точке Нееля, а наблюдаются размытые фазовые переходы. Отсюда следует, что при содержании NiO в NiO/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 1,5—3 вес. % взаимодействие между ионами Ni<sup>2+</sup> может быть обусловлено высокой дисперсностью NiO или образованием других соединений никеля, где обменное взаимодействие между ионами Ni<sup>2+</sup> меньше, чем в NiO [11, 12]. В качестве такой фазы может быть NiAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. С увеличением содержания NiO с 5 до 15 вес. % магнитный момент уменьшается, что, по-видимому, обусловлено образованием антиферромагнитной фазы NiO.

Для систем NiO/MgO с содержанием 1,5—3 вес. % магнитный момент составляет 3,0—3,2 мБ, что связано с октаэдрической координацией иона Ni<sup>2+</sup>. Из литературы известно, что в системах, содержащих парамагнитный ион в диамагнитном носителе, с ростом концентрации NiO величина  $\chi$  уменьшается [11, 13].

Можно полагать, что наряду с высокодисперсной фазой NiO в рассмотренных системах существуют и другие высокодисперсные соединения, в которых ионы Ni<sup>2+</sup> находятся в октаэдрических пустотах ( $\mu = 3,2$  мБ) и слабо взаимодействуют друг с другом.

Магнитный момент иона Ni<sup>2+</sup> в образцах NiO/MgO, содержащих

5—15 вес. %, уменьшается до 2,7—2,8 мБ, что, по-видимому, (как в случае NiO/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) связано с образованием антиферромагнитной фазы NiO.

#### Литература

1. Burch R.—Account Chem. Res., 1982, v. 15, p. 24.
2. Слишкин А. А.—Кинетика и катализ, 1981, т. 22, с. 71.
3. Дальмон И. А. 4-й Советско-французский семинар по катализу.—Тбилиси, 1978, с. 175.
4. Слишкин А. А., Кучеров А. В., Федоровская Э. А., Рубинштейн А. М.—Кинетика и катализ, 1981, т. 22, № 4, с. 1006—1013.
5. Prinstoo J. J., Gravell P. C.—J. Chem. Soc. Farad. Tran., 1, 1980, 76, p. 2221.
6. Iglesia E., Boundart M.—J. Catalysis, 1983, 81, p. 204, 214, 224.
7. Слишкин А. А., Локтев М. И., Рубинштейн А. М.—Кинетика и катализ, 1972, т. XIII, вып. 2, с. 464—469.
8. Figgis B. N.—Nature, 1958, 182, 1568.
9. Rymer G. T., Tomlinson J. R.—J. Phys. Chem., 1961, 65, 2152.
10. Kondo H., Miyahara S.—J. Phys. Soc. Japan, 1963, 18, 305.
11. Слишкин А. А., Рубинштейн А. М.—Изв. АН СССР, серия химическая, 1971, 8, с. 1831—1833.
12. Слишкин А. А., Федоровская Э. А., Кучеров А. В., Пименов В. Г.—Кинетика и катализ, 1985, т. XXVI, вып. 4, с. 973—978.
13. Селвуд П. сб. Катализ. Вопросы теории и методы исследования.—М.: Иностран. лит., 1955.

Институт нефтехимических процессов  
АН АзССР

Поступило 8. VI 1987

О. Н. Новрузов, А. Д. Гулиев, М. М. Сеидраева, М. И. Рустамов.

#### АЛУМИНИУМ ВЭ МАГНЕЗИУМ ОКСИДЛЭРИНИН УЗЭРИНЭ ЧӨКДҮРҮЛМҮШ NiO КРИСТАЛЛАРЫНЫН МАГНИТ ХАССЭЛЭРИ

Магаллада NiO/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> вэ NiO/MgO системлэринин Фарадей методу илэ магнит гаврајычылыгы елчүлүмүш вэ Ni<sup>2+</sup> ионууну магнит моментини хесаблинмышдыр. Кестэрилмишидир ки, NiO/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> системинде NiO жүксөк дисперслијэ, NiO/MgO системинде исе Ni<sup>2+</sup> - иону октаэдрик координасијэ меликдир.

O. N. Novrusov, A. D. Kuliyeu, M. M. Seidraeva, M. I. Rustamov

#### MAGNETIC PROPERTIES OF NiO CRYSTALS SUPPORTED ON ALUMINA AND MAGNESIA

Magnetic susceptibilities of NiO/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and NiO/MgO systems are measured. Magnetic moments of Ni ion are determined.

Nickel oxide is found to be in high dispersive state in NiO/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Ni<sup>2+</sup> ions being in octahedral coordination in NiO/MgO.



Ш. А. АХМЕДОВ, Ф. М. ГАДЖИ-ЗАДЕ

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО ОСЛАБЛЕНИЯ ПО ИНТЕГРАЛЬНОЙ ПРОЗРАЧНОСТИ АТМОСФЕРЫ

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

Для решения задачи учета влияния атмосферы на спектрорадиометрическую информацию, получаемую с аэрокосмических платформ, необходимо знание ее оптических параметров, основными из которых являются спектральная оптическая толщина  $\tau(\lambda)$  и индикатриса рассеяния  $\chi(\varphi)$  [1]. Измерения спектральной оптической толщины атмосферы проводятся на ряде научных станций и актинометрической сети [2]. Однако в некоторых районах (например, Азерб. ССР) такие систематические измерения отсутствуют. Для решения задачи в указанных районах нами были использованы материалы интегральных измерений интенсивности прямой солнечной радиации  $S$  и упругости водяного пара  $e$  на актинометрической станции о. Артема (Каспийское море) за 1981—1982 гг. Эти измерения проводились для различных высот Солнца  $h_0$  в ясные и малооблачные дни. Все данные приведены к одной атмосферной массе  $m = 2$ , т. е. к  $h_0 = 30^\circ$ , для устранения эффекта Форбса.

Интегральную интенсивность прямой радиации Солнца в интервале длин волн  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ , прошедшую через безоблачную атмосферу, можно представить следующим выражением [3]:

$$S = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} S_{0,\lambda} \cdot \exp[-m \cdot (\tau_{0,\lambda} + \tau_{R,\lambda} + \tau_{w,\lambda} + \tau_{a,\lambda})] \cdot d\lambda, \quad (1)$$

где  $S_{0,\lambda}$  — спектральная составляющая солнечной постоянной;  $\tau_{0,\lambda}$ ,  $\tau_{R,\lambda}$ ,  $\tau_{w,\lambda}$ ,  $\tau_{a,\lambda}$  — спектральные оптические толщины ослабления вследствие поглощения слоем озона, молекулярного рассеяния, поглощения водяным паром, рассеяния и поглощения частицами аэрозоля;  $\lambda_1 = 0,4$  мкм,  $\lambda_2 = 3,0$  мкм.

Строгое равенство (1) заменяется приближенным

$$S = S_{0,\lambda} \cdot P_w \cdot P_a \quad (2)$$

Здесь

$$S_{0,\lambda} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} S_{0,\lambda} \cdot \exp[-m(\tau_{0,\lambda} + \tau_{R,\lambda})] \cdot d\lambda / \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} d\lambda \quad (3)$$

— интенсивность прямой солнечной радиации в „идеальной“ — чисто газовой атмосфере;  $P_w$ ,  $P_a$  — интегральные функции пропускания соответственно водяного пара и аэрозоля.

Спектральная зависимость аэрозольного ослабления задается в виде

$$\tau_{0,\lambda} = \tau_{0,\lambda_0} \left( \frac{\lambda_0}{\lambda} \right)^n \quad (4)$$

при  $\lambda_0 = 0,55$  мкм,  $n$  — параметр, зависящий от распределения частиц по размерам, значение которого в данной работе варьировалось от 0 до 2.

Определим интегральную оптическую толщину аэрозольного ослабления  $\tau_a$  по формуле

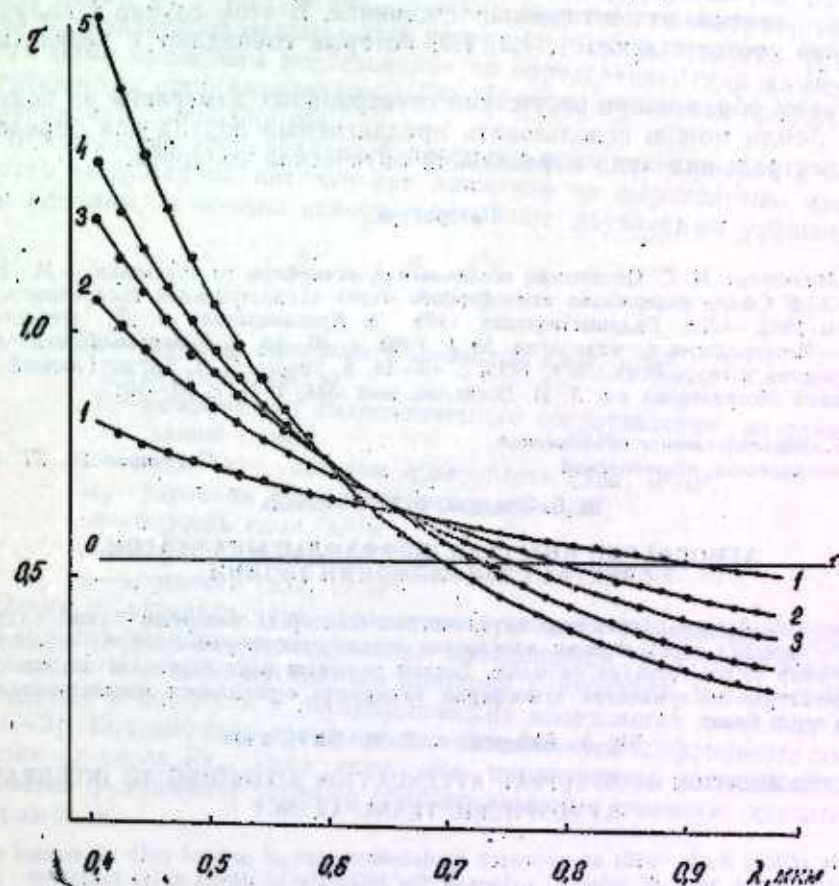
$$\tau_a = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} S_{0,\lambda} \cdot \tau_{0,\lambda}(n) \cdot d\lambda}{S_0}$$

Подставив в последнее соотношение  $\tau_{0,\lambda}$  из (4), получим:

$$\tau_a = C(n) \cdot \tau_{0,\lambda_0}(n) \quad (5)$$

при

$$C(n) = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} S_{0,\lambda} \left( \frac{\lambda_0}{\lambda} \right)^n d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} S_{0,\lambda} \cdot d\lambda} \quad (5')$$



Восстановленные спектральные оптические толщины: 1 —  $n = 0,5$ ; 2 —  $n = 1,0$ ; 3 —  $n = 1,3$ ; 4 —  $n = 1,5$ ; 5 —  $n = 2,0$ ; прямая линия — интегральная оптическая толщина ( $n = 0$ )



Предполагая независимость  $\tau_{0, \lambda}$  от длины волны, т. е. в случае  $\tau_{0, \lambda} = \tau_0 = \tau$ , из (2) получаем

$$P_2 = \exp(-\tau) = \frac{S}{S_{0, \lambda} \cdot P_w} \quad (6)$$

При этом значительно упрощается процедура определения спектр аэрозольного ослабления по данным измерений  $S$ . По формуле (6) определяется  $\tau$ . Затем, при заданном  $n$ , по формуле (5) вычисляется  $\tau_{0, \lambda}$ , и по формуле (4) восстанавливается спектр  $\tau_{0, \lambda}$ .

Интегральная функция пропускания водяного пара определяется как:

$$P_w = (S_w/S_0)^{1/m},$$

где

$$S_w = S_{w=0} - 0,195 \cdot (m \cdot W)^{0,29 - 0,022 \cdot \lg \cdot m \cdot W}$$

Здесь  $S_{w=0}$  — радиация в идеальной атмосфере;  $W = 0,15 \cdot e$ .

Результаты вычисления спектрального хода аэрозольной оптической толщины представлены на рисунке, где прямая линия соответствует значению интегральной оптической толщины при  $n = 0$ , т. к. в этом случае интеграл (5') равен 1. Для реальной атмосферы кр. 2, 3, 4 хорошо описывают оптическое состояние. В этом случае  $n$  получает значения соответственно 1, 1,3, 1,5, которые совпадают с результатами [4, 5].

Таким образом при отсутствии спектральных измерений на поверхности Земли можно использовать предлагаемый подход для определения спектрального хода аэрозольной оптической толщины.

#### Литература

1. Малкевич М. С. Оптические исследования атмосферы со спутников. — М.: Наука, 1973.
2. Общее содержание атмосферного озона и спектральная прозрачность атмосферы 1982. — Л.: Гидрометеоиздат, 1985.
3. Краснокутская Л. Д., Фейгельсон Е. М. — Метеорология и гидрология, № 4, 1980, с. 40—46.
4. Таварткиладзе К. А. — Метеорология и гидрология, № 4, 1985, с. 46—54.
5. Гуцин Г. П. Труды Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова, вып. 344, 1974, с. 83—101.

Научно-производственное объединение  
космических исследований

Поступило 20. XI. 1987

Ш. Э. Әһмәдов, Ф. М. Гәйҗизәдә

#### АТМОСФЕРИН ИНТЕГРАЛ ШӘФФАФЛЫҒЫНА ЭСАСӘН, СПЕКТРАЛ ЭЙФЛӘМӘНИН ТӘҖИНИ

Мәғаләдә Артјом адасындагы актинометрик станцияда алынмыш Күнәш радиациясынын интеграл гыҗметләринин өлчүләринә эсасән атмосферини спектрал аэрозоль галыңлыгынын тәҗини үсулука бахылыр. Төклиф олунымыш үсул космосдан алынган спектрорадиометрик мә'луматлара атмосферини тәсиринин өҗрәнилмәсә мәсәләләриндә истифадә едилә биләр.

Sh. A. Akhmedov, F. M. Gaiji-zade

#### DETERMINATION OF SPECTRAL ATTENUATION ACCORDING TO INTEGRAL ATMOSPHERIC TRANSPARENCY

This article deals with an approach to determination of optical path of aerosol optical depth on the basis of integral values of the intensity of direct solar radiation measured on actinometric station on Artyom Island in Azerbaijan SSR. Such approach can be used to solve problems on account for atmospheric effects on spectroradiometric data from spacecrafts.

УДК 665.6.021.3/4.023

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Н. М. АЛИЕВ, Ф. В. АЛИЕВ, Н. М. ТОРГОВИЦКАЯ

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СЛОЯ ГРАНУЛИРОВАННОГО КАТАЛИЗАТОРА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР В. С. Алиевым)

Определению потери напора газа в слое зернистого материала посвящено множество работ [1—4]. Накопленные в этой области теоретические и экспериментальные данные позволяют решить ряд практических задач, но зачастую эмпирические зависимости, полученные для одних катализаторов оказываются неприемлемыми для других. В связи с этим нами проведены исследования по определению гидравлического сопротивления слоя катализатора ГФ-15, используемого в процессе дегидрирования углеводородов.

Большинство исследователей рассматривают течение газа в беспорядочно загруженной насадке как движение по шероховатым извилистым каналам, а потерю напора описывают двучленным уравнением:

$$\frac{\Delta P}{L} = f_3 \frac{a}{\varepsilon^3} \cdot \frac{v^2 \rho}{2} \quad (1)$$

где:  $\Delta P$  — перепад давления в насыпном слое, н/м<sup>2</sup>;

$L$  — высота слоя, м;

$f_3$  — коэффициент гидравлического сопротивления на единицу длины слоя;

$a = a_0 (1 - \varepsilon)$  — удельная поверхность слоя, м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>;

$a_0$  — удельная поверхность частиц, м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>;

$\varepsilon$  — порознь слоя, м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>;

$v$  — скорость движения газа в пустом аппарате, м/с;

$\rho$  — плотность газа, кг/м<sup>3</sup>.

Одним из определяющих параметров уравнения (1) является коэффициент гидравлического сопротивления, находящийся в функциональной зависимости от модифицированного критерия Рейнольдса, т. е.  $f_3 = \varphi(Re_3)$ . Приведенная зависимость в логарифмических координатах имеет вид кривой [1—3]. Большинство эмпирических зависимостей коэффициента сопротивления от числа  $Re_3$ , даже если они представлены исследователями степенными функциями, успешно обрабатываются с помощью двучленного выражения:

$$f_3 = \frac{b}{Re_3} + C \quad (2)$$

где:

$$Re_3 = \frac{4v}{av} \quad (3)$$



$Re_3$  — модифицированный критерий Рейнольдса.

$b, c$  — эмпирические коэффициенты;

$\nu$  — кинематическая вязкость потока,  $m^2/c$ .

С учетом (1) уравнение (2) может быть представлено в критериальном виде.

$$Eu_3 = \left( \frac{b}{Re_3} + c \right) \Gamma_3, \quad (4)$$

где:  $Eu_3 = \frac{\Delta P}{\nu^2 \rho}$  — модифицированный критерий Эйлера,

$\Gamma_3 = \frac{1}{\delta}$  — критерий геометрического подобия,

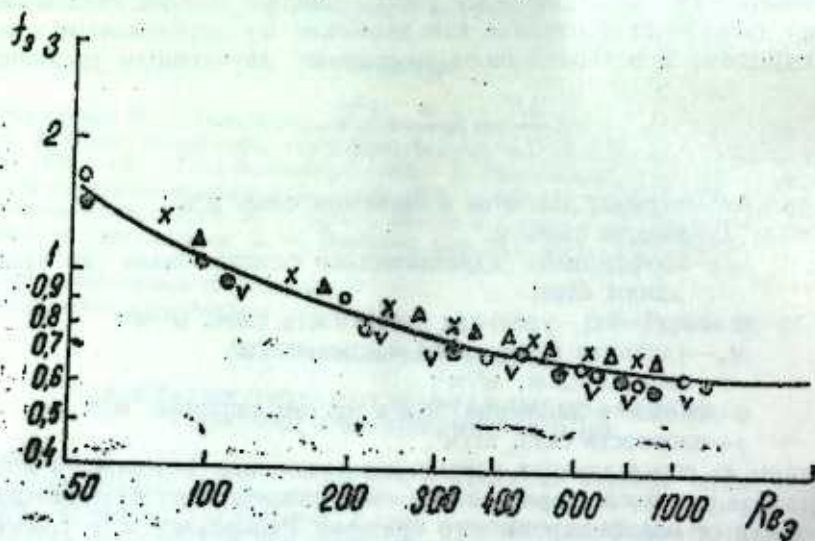
$\delta$  — гидравлический радиус пористой среды.

Значения эмпирических коэффициентов  $b$  и  $c$  изменяются в зависимости от шероховатости и формы частиц.

Задача наших исследований состояла в нахождении опытным путем гидродинамических характеристик слоя катализатора ГФ-15 и установления зависимости  $f_3 = f(Re_3)$  в возможно более широком интервале  $Re_3$ .

Для проведения экспериментов были отобраны образцы катализатора ГФ-15 пяти различных фракций (оп. 1—5 в таблице).

Величину  $a_0$  определяли по средним линейным размерам гранул, полученным из 120 замеров.



Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления слоя гранулированного катализатора ГФ-15 от числа

X — фракция 3 × 3; мм      ■ — 3 × 4 мм;  
 ○ — 3 × 5 мм;                      ∇ — 3 × 6 мм;  
 ▲ — 3 × 7 мм;

Порозность слоя  $\epsilon$  рассчитывали по насыпной и кажущейся плотности материала.

Кажущуюся плотность  $\rho_k$  определяли погружением зерен в воду, причем частицы катализатора предварительно пропитывали жидкостью

для заполнения внутренних пор [3]. При этом проводили по три параллельных опыта для каждой фракции катализатора ГФ-15. Проверка однородности дисперсии воспроизводимости показала незначительные расхождения в измерениях [5].

Насыпную плотность  $\rho_n$  определяли по весу катализатора, заполняющего определенный объем опытной колонки. Для каждого способа упаковки проводили 3—4 параллельных засыпки.

Характеристика образцов катализатора ГФ-15

№ п.п.	Размеры гранул, мм		Уд. поверхность частиц, $a_0, m^2/m^3$	Уд. поверхность слоя, $a, m^2/m^3$	Кажущаяся плотность материала, $\rho_k, k./m^3$	Насыпная плотность материала, $\rho_n, kg/m^3$	Порозность слоя, $\epsilon, m^3/m^3$
	$d_r$	$l$					
1	3,0	5,0	1716	995	2 500	1 450	0,42
2	3,0	7,0	1 603	882	2 564	1 410	0,45
3	3,0	3,0	1 980	1 208	2 451	1 495	0,39
4	3,0	6,0	1 650	924	2 545	1 425	0,44
5	3,0	4,0	1 815	1 090	2 466	1 480	0,40

Результаты проведенных замеров приведены в таблице.

Эксперименты по определению потери напора при продувке воздухом слоя катализатора проводили в аппарате диаметром  $D_{ан} = 140$  мм, что практически исключало «пристеночный эффект». Высоту слоя изменяли от 250 до 500 мм. Расход воздуха вычисляли по перепаду давления на диафрагме. Величины  $\Delta P$  замеряли дифманометрами.

В соответствии с уравнениями (1), (3) результаты экспериментов обрабатывались в координатах  $lg f_3 - lg Re_3$ . После обработки полученных данных на ЭВМ выявлена эмпирическая зависимость для определения коэффициента гидравлического сопротивления слоя гранулированного катализатора ГФ-15.

$$f_3 = \frac{53,7}{Re_3} + 0,61 \quad (5)$$

#### Литература

1. Курганов В. М., Гонсалес А., Карабаев Н. М. — Химия и технология топлив и масел, 1965, № 8.
2. Козлов В. П., Слинько М. Г., Балашов А. А., Видякин Н. Н. Химическая промышленность, 1972, № 1.
3. Азров М. Э., Тодес О. М., Наринский Д. А. Аппараты со стационарным зернистым слоем. — Л.: Химия, 1979.
4. Алиев В. С., Алиев Н. М., Ахмедзаде А. А. — Азерб. хим. журн., 1984, № 5.
5. Бондарь А. Г. Математическое моделирование в химической технологии. — Киев: Вища школа, 1973.

ИНХП АН АзССР

Поступило 10. V 1987

Н. М. Әлијев, В. С. Әлијев, Н. М. Торговитскаја

#### ГФ-15 ДЭНЭВЭР КАТАЛИЗАТОР ТЭБЭГЭСИННИН ҺИДРАВЛИК МҮГАВИМЭТИНИН ТЭДГИГИ

Мәғаләдә ГФ-15 дәнәвәр катализатор тәбәгәсинин һидродинамики характеристикасы өйрәнәлмиш вә һидравлик мугавимәт әмсалыны тәҗрибә етмәк үчүн әмпирик тәһлик алынмышдыр. Алынмыш тәһлики апарылмыш тәчрүбә илә охшарлығы Фишер критериясынын көмәји илә тәсдиғ едилмишдыр.



N. M. Aliyev, F. V. Aliyev, N. M. Torgovitskaya

THE INVESTIGATION OF THE HYDRAULIC RESISTANCE  
FACTOR OF THE GRANULAR CATALYST BED

The hydrodynamic characteristics are determined and an empirical equation is derived to estimate the hydraulic resistance factor of the granular ГФ-15 catalyst bed. The fitness of the obtained equation to the experiments carried out was established by Fisher's variance ratio.

УДК 556.3+550.845:551.761.7(479.24)

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ

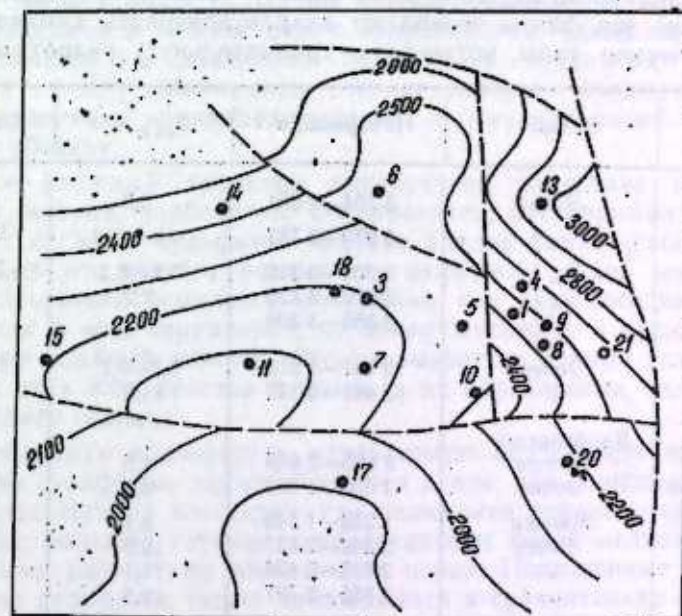
Г. Р. АЛИЕВ, А. А. ЭФЕНДИЕВ, Ф. М. МУРАДОВА, Р. М. ЭФЕНДИЕВА

К ГИДРОГЕОЛОГИИ И ГИДРОХИМИИ МЕЗОКАЙНОЗОЙСКИХ  
ОТЛОЖЕНИЯ ПЛОЩАДИ ТАРСДАЛЛЯР

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

Тарсдаллярская складка расположена в восточной части между-  
речья Куры и Иори и пока является единственным объектом разработки  
залежей нефти и газа. Эта складка выявлена лишь в 1978 г., а спустя  
три года была подготовлена к глубокому разведочному бурению.

Структура по подошве майкопской свиты представляет собой асим-  
метричную брахиантиклиналь с двумя ундуляциями, которая осложне-  
на тремя продольными и двумя поперечными нарушениями (рисунок).  
Тарсдалляр с залежью в среднем эоцене является первенцом в между-  
речье Куры и Иори. Здесь в скв. 1 при опробовании интервала 2882—  
2865 м из эоцена в 1983 г. был получен приток нефти. В этой скважине  
при вскрытии отложений майкопской свиты наблюдалось перебивание  
раствора газом и нефтью. В отдельных интервалах по каротажу выде-  
ляются песчаные пачки с сопротивлением 4—5 ом.



Тарсдалляр. Структурная карта по подошве майкопской свиты



В скв. 7 из майкопской свиты, чокракского горизонта и из континентальной толщи отмечено водопроявление с дебитом 20 м<sup>3</sup>/сут. В скв. 3 на глубине 2067 м из майкопской свиты наблюдалось интенсивное водопроявление.

В районе междуречья Куры и Иори в процессе бурения скв. 14 и 42 (Гырахкесеман) и скв. 6, 9, 16 (Тауз-Казах) из эоценовых отложений была получена вода с дебитом 600—1100 м<sup>3</sup>/сут, из майкопской свиты—20 м<sup>3</sup>/сут. (Гюрзундаг, Тарсдалляр), из средневерхнемиоценовых отложений — 12—800 м<sup>3</sup>/сут.

При опробовании отложений майкопской свиты в скв. 13 (Мамедтепе) и скв. 24 (Гырахкесеман) была получена вода с дебитом соответственно 10 и 500 м<sup>3</sup>/сут, из средневерхнемиоценовых отложений дебиты воды в основном не превышали 5—12 м<sup>3</sup>/с. Максимальные (400—500 м<sup>3</sup>/с) дебиты воды отмечены лишь на площади Эльдарюги (скв. 1 и 7), со значениями 5—28 м<sup>3</sup>/с — на площадях Армудлы (скв. 9 и 11), Саждаг (скв. 3), Гюрзундаг (скв. 4) и Тарсдалляр (скв. 7).

Данные о химическом составе пластовых вод Среднекуринской впадины охватывают широкий стратиграфический диапазон разреза — от мела до верхнего плиоцена включительно. Эти данные распределяются по площадям и разрезу далеко неравномерно. Такое явление связано с опробованием скважин, которое производилось в интервале разреза от мела до майкопской свиты. Причем, подавляющее количество анализов характеризуют Евлах-Агджабединскую зону и в основном майкопскую свиту на старых разрабатываемых месторождениях (Казанбулаг, Нафталан, Аджидере, Мирбашир) Кировабадского нефтегазоносного района.

Основой для данной работы послужили первичные материалы, имеющиеся в лабораториях Института геологии АН Азерб. ССР, геолого-разведочной конторы на суше, АзНИПИнефть и др. Химических анализов довольно мало, однако, по району междуречья Куры и Иори (см. таблицу) эти факты позволяют охарактеризовать химический состав, генетические типы, установить сравнительную гидрохимическую

Площади	Возраст	Интервал, м	$\Sigma_{Ca+K}$ г/л	Тип воды
Удабно	Эоцен	3 704—2 664	5,3	СН
Дамиртепе	"	3 970—3 757	4,9—19,1	ГКН (3)
Саждаг	"	3 301—3 212	7,2—8,3	ХК (3)
"	"	3 370—3 325	7,2	СН
"	"	3 355—3 306	9,1	ГКН
Мамедтепе	Эоцен	2 461—1 618	5,7—7,7	ГКН (2)
"	"	2 461—2 129	14,6	СН
"	Карбонатная толща	2 665—2 655	1,5	СН
Гырахкесеман	Эоцен	1 304—1 053	8,4	ГКН
Тарсдалляр	Миоцен	1 252—1 140	8,1	ГКН
"	Эоцен	2 242—2 137	13,9	ГКН
"	"	2 782—2 436	11,1	СН
"	"	2 855—2 797	12,5	ХК

характеристику и выявить закономерность в изменении ионно-солевого состава пластовых вод мезокайнозойского комплекса отложений.

Пластовые воды мезокайнозойских отложений Среднекуринской впадины, в том числе и район междуречья Куры и Иори, куда входит и площадь Тарсдалляр, представлены сульфатнонатриевым, гидрокарбонатнонатриевым, хлормagneиным и хлоркальциевым типами. По фактическим данным в рассматриваемом районе воды эоцена в целом характеризуются слабой минерализованностью (4,9—19,1 г/л) и представлены в основном сульфатнонатриевыми и гидрокарбонатно-натриевыми типами, и лишь в отдельных случаях — на площадях Саждаг и Тарсдалляр, по которым имеются соответственно три и один анализ, встречаются воды хлоркальциевого типа.

Низкие значения общей минерализации вод эоценовых отложений отмечаются на площадях Удабно (5,4 г/л), Дамиртепе (4,9 г/л), Мамедтепе (5,7 г/л), а повышенные — в пределах структур Дамиртепе (19,1 г/л), Мамедтепе (14,6 г/л) и Тарсдалляр (11,1—13,9 г/л). Минерализация вод отложений, залегающих выше и ниже эоцена, характеризуется данными единичных анализов. Воды миоцена могут быть охарактеризованы всего одной пробой воды, отобранной на площади Тарсдалляр в скв. 17 с глубины 1 252—1 140 м. Вода гидрокарбонатно-натриевого типа с минерализацией 8,1 г/л. Воды карбонатной толщи также характеризуются по данным одной скв. 1 (глубина 2 665—2 655 м) на площади Мамедтепе. Вода сульфатнонатриевого типа, почти пресная, с минерализацией всего 1,5 г/л.

Результаты анализов показывают, что минерализация вод эоценовых отложений, за исключением площади Удабно (см. таблицу), в общем имеет тенденцию к увеличению от центральной части района междуречья Куры и Иори (площади Саждаг, Мамедтепе, Гырахкесеман) в северо-западном и юго-восточном направлениях. Такая закономерность выдерживается и в изменении содержания отдельных компонентов (Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>) химического состава, которые являются главными для установления принадлежности вод к тому или иному стратиграфическому объекту.

Более сложный характер приобретает изменение концентрации кальция, магния, карбонатов, бикарбонатов, растворимых солей, органических кислот и сульфатов. Однако анализ фактического материала показывает, что резкого различия в изменении общей минерализации вод исследуемого комплекса отложений, как двух соседних месторождений, так и всей территории, не обнаруживается, а существует более или менее плавный переход. Это указывает на единые условия формирования этих вод, начиная с момента их образования, одновременно с накоплением осадков.

Необходимо подчеркнуть характерную особенность изменения содержания сульфатов, заключающуюся в том, что повышенное значение их наблюдается на площадях, где отложения эоцена вскрыты сравнительно на большой глубине и представлены более мелководными и глинистыми разностями вмещающих пород. Повышенные значения содержания сульфатов также наблюдаются в сравнительно слабоминерализованных водах гидрокарбонатнонатриевого типа.

В целом в районе междуречья Куры и Иори воды различного типа имеют сходный предел минерализации. Для них характерны одни и те



же пределы изменения содержания сульфатов. Наряду с бессульфатными водами различного типа встречаются воды, обогащенные сульфатными ионами от следов до 9,7 мг·экв/100 г.

Институт геологии  
АН АзССР

Поступило 15. V 1987

Г. Р. Алиев, А. А. Эфендиев, Ф. Э. Мурадова,  
Р. М. Эфендиева

### ТЭРСДЭЛЛЭР САҖСИНДЭ МЕЗОКАЈНОЗОЈ ЧӨКҮНТҮЛЭРИНИИ ГИДРОКЕОЛОЖИ ВЭ ГИДРОКИМЈЭВИ ХҮСУСИЈЭТЛЭРИНЭ ДАИР

Магаләдә Тәрсдәлләр вә гоншу саһәләрдә (Мәммөдтәлә, Гырахкәсәмән, Күрзүндәр вә с.) гујуларын сымар, истисмар вә су анализләринини нәтичәсинә әсасән мезокајнозој чөкүнтүләриндә ләјларын сулулуғу вә онларын минераллашма дәрәчәсинини јерли вә кеңиш миҗасда дәјишмә хүсусијәтләри верилір.

Илкин мәлуматларын тәдғиги суларын һансы стратиграфик ваһидләрә мәхсус олмасыны вә онларын типиндән асылы олмајарағ минераллашма дәрәчәсинини бир-биринә јахынлығыны көстәрпәр.

G. R. Aliev, A. A. Efendiev, F. A. Muradova, R. M. Efendieva

### HYDROGEOLOGY AND HYDROCHEMISTRY OF THE TARSDALYAR MESOCENOZOIC DEPOSITS

Basing on the drilling, sampling and borehole exploitation results and laboratory findings on strata waters, a comparative characteristic is given of the Mesocenozoic complex water saturation, total water mineralization and their chemical composition change regularities within the local structures and in regional scale.

Within the area wide changes in total mineralization of diversified waters were not observed. All variations estimate correspond to the certain limits of mineralization variation.

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗЭЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XLIV ЧИЛД

№ 6

1988

УДК 554.535.12(479.24)

МИНЕРАЛОГИЯ

Д. Р. САДЫХОВ

### ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ВОДЫ И ГИДРОКСИЛЬНЫХ ГРУПП В ОБСИДИАНАХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

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

Изучение состояния воды в вулканических стеклах имеет большой практический интерес. Так, различные состояния воды и гидроксила в обсидианах существенно влияют на способность вулканического стекла вспучиваться при высоких температурах. Работами [1, 2] было установлено, что обсидианы различных месторождений вспучиваются по-разному, иногда с образованием открытой крупнопористой структуры и тонкими перегородками, а порой и вовсе не вспучиваются. Многие авторы связывают эти отрицательные явления вспучивания с выделением и распределением гидроксильных групп ОН в теле материала. Поэтому нами при разработке технологии производства вспученного пористого наполнителя были исследованы обсидианы из месторождений Азербайджанской ССР с целью установления форм нахождения ОН-групп при высоких температурах.

Технологическим исследованиям подвергались три разновидности обсидиана (как промышленно перспективные): черный, серый и полосчатый. Петрографическим, химическим, электронно-микроскопическим и рентгенофазовыми анализами была установлена однотипность их происхождения и идентичность структуры.

На первом этапе исследования для количественной оценки воды в обсидианах была определена потеря при прокальвании (п. п. п.) по стандартной методике.

В соответствии с классификацией, предложенной В. В. Наседкиным, представленные образцы относятся к гидратированным обсидианам с содержанием воды от 0,3 до 1 %.

Ряд авторов указывает на наличие эндотермических эффектов, связанных со ступенчатым удалением воды различных типов. С целью установления режима дегидратации обсидиана нами был проведен дериватографический анализ. Исследование проводили на дериватографе Q 1500Д, чувствительность термогравиметрического анализа при навеске 300 мг была 2,0 мг, а скорость подъема температуры 7,5° С/мин. Для всех обсидианов на кривой ДТА был обнаружен только один эндотермический эффект, потери массы начинались после 600—650° С, с последующим резким спадом кривой ТГ в области 1140—1250° С. Эндотермический эффект черного обсидиана проходил в интервале 1140—1200° С, потеря массы составила 0,66 %, для серого — 1160—1230° С при потере массы 0,54 % и полосчатого — 1180—1250° С при потере массы 0,4 %. Обнаруживается зависимость между температурой начала экзотермического эффекта и количеством связанной воды, т. е.



чем меньше ее присутствует в обсидиане, тем выше температурный интервал дегидратации.

Все более широкое применение в последнее время приобретает метод ИК-спектроскопии как при изучении состояния воды и газов в стекле, так при изучении строения самого вулканического стекла. Запись ИК-спектров исследуемых обсидианов проводилась на приборе Specord-75 UR в интервале  $3600-400 \text{ см}^{-1}$ . Общий вид ИК-спектров щелочно-алюмосиликатных стекол (рис. 1а). В этой области наблюдается три отчетливо выраженные интенсивные полосы поглощения. Первая из них  $470-450 \text{ см}^{-1}$  принадлежит валентным колебаниям связи Si-O, вторая, наиболее узкая полоса, около  $820 \text{ см}^{-1}$  присуща поверхностным гидроксильным группам гидратированных кремнеземистых материалов и кремнекислотам, третья, более широкая,  $1000-$

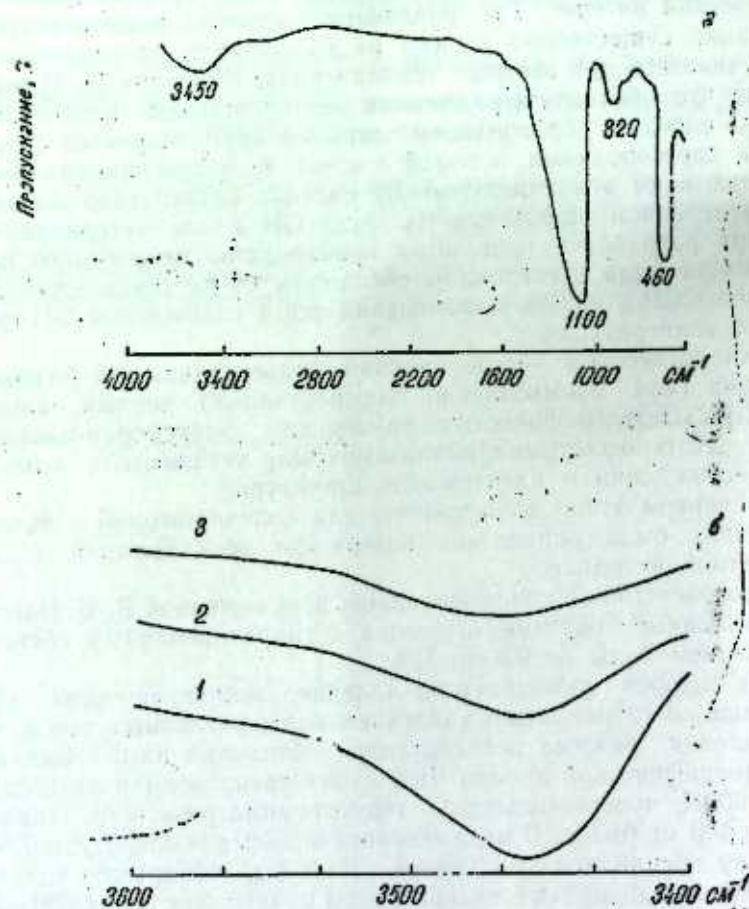


Рис. 1. ИК-спектры обсидианов: а — неспученного; б — термообработанного при 1 — 700; 2 — 1000; 3 — 1250°

$1200 \text{ см}^{-1}$  характерна для валентных колебаний группировки Si-O-Si. Принято считать, что такое уширение основной полосы вызвано присутствием в структуре стекла  $\text{SiO}_4$  — тетраэдров различной степени

полимеризации за счет разрыва мостиков Si-O-Si при присутствии в стекле щелочи или воды с образованием связи Si-O-Na и Si-O-H, что не противоречит выводам Н. А. Севченко и В. А. Флоринской [3].

Основная полоса поглощения  $3400-3600 \text{ см}^{-1}$  совпадает с полосой валентных колебаний молекул  $\text{H}_2\text{O}$  и в спектрах исследуемых обсидианов выражена нечетко, в виде широкого плеча с основным максимумом поглощения  $3400-3500 \text{ см}^{-1}$ . Сильная асимметрия этой полосы поглощения указывает на присутствие в обсидианах в небольших количествах по крайней мере двух типов молекулярной воды, молекулы которой возбуждены водородными связями различной силы. Кроме молекулярной воды (ассоциированные молекулы  $\text{H}_2\text{O}$ , заполняющие полости и каналы алюмосиликатного каркаса), на его поверхности располагаются гидроксильные группы, связанные с молекулой  $\text{H}_2\text{O}$  водородной связью, спектр поглощения  $3590-3600 \text{ см}^{-1}$ . Прочность таких связей зависит от их длины, поэтому центральные молекулы ассоциированной воды, наиболее удаленные от поверхности каркаса, связаны наименее прочно.

Необходимо также отметить и некоторую неоднородность спектра обсидианов в области  $3400-3600 \text{ см}^{-1}$ , что связано, очевидно, с различным соотношением  $\text{H}_2\text{O}$  и гидроксила, а по интенсивности можно судить о количестве воды в образцах.

Для изучения влияния  $\text{H}_2\text{O}$  и гидроксильных групп на вспучиваемость были исследованы ИК-спектры термообработанных обсидианов. Обсидианы подвергали обжигу при 700, 1000 и  $1250^\circ \text{C}$  при продолжительности выдержки 20 мин. (рис. 1б).

На ИК-спектрах при повышении температуры прослеживается тенденция к сужению с одновременным сдвигом центра полосы  $\text{H}_2\text{O}$  в сторону частот  $3450 \text{ см}^{-1}$ . Это, по-видимому, происходит за счет разрыва водородных связей между определенными молекулами воды, приводящими к уменьшению степени ассоциации молекул в обсидиане.

При  $1000^\circ \text{C}$  в обожженном обсидиане происходит качественное изменение спектра. Полоса валентных колебаний  $\text{H}_2\text{O}$  ( $3400-3500 \text{ см}^{-1}$ ) становится значительно четче, что свидетельствует об ориентированном расположении оставшихся молекул  $\text{H}_2\text{O}$ . Дальнейшее повышение температуры приводит к постепенному уменьшению интенсивности полосы  $3400 \text{ см}^{-1}$ , однако она полностью не исчезает. Оставшиеся группы OH представлены молекулами воды и ионами OH, связанными с катионами ( $3600 \text{ см}^{-1}$ ). При нагревании вследствие усиливающегося термического движения происходит ослабление H-связей с одновременной переориентировкой молекул, очевидно, возможна их миграция в образующиеся полости и трещины в массе стекла.

Исходя из изложенного, можно подчеркнуть, что вспучивание обсидиана происходит в основном за счет менее подвижной воды, усиливающей стенки пор и каналов, и связанной с окружающей кремнекислородной сеткой относительно слабыми H-связями ( $3400 \text{ см}^{-1}$ ).

Судя по ориентированному расположению молекул воды, оставшихся после температурной обработки  $1000^\circ \text{C}$ , можно предположить, что это происходит за счет скопления различных групп OH.

В естественных условиях эти группы распределены относительно равномерно (уширенный сигнал ИК-спектра  $3400-3600 \text{ см}^{-1}$ , а в процессе нагревания происходит агрегация групп OH. При обжиге образца ( $1200^\circ \text{C}$ ) в момент вспучивания, концентрации групп OH



являются центрами образования полостей и каверн (рис. 2), во все стороны от которых отходят более мелкие каналы выхода паров  $H_2O$ , что в дальнейшем и приводит к резкому увеличению образца в объеме. Таким образом, обобщая итоги лабораторных и натуральных исследо-



Рис. 2. Термообработанный обсидиан

ваний, можно сделать ряд важных практических выводов.

1. Вспучиванию обсидианов предшествует флуктуативная агрегация гидроксильных групп, места скопления которых в последующем являются центрами образования полостей и каверн, ослабляющих структуру материала. С целью устранения отрицательного воздействия агрегации групп ОН и получения материала повышенной прочности необходим более длительный прогрев зерен обсидиана до температуры начала вспучивания с последующим коротким обжигом и постепенным охлаждением.

2. Неоднородность состояния и количества  $H_2O$  в обсидиановом сырье обуславливает целесообразность совместного использования черного, серого и полосчатого обсидианов в процессе производства пористого заполнителя легких бетонов.

3. Возможность слипания зерен обсидиана (при обжиге 1150—1200° С), из-за незначительного содержания химически связанной воды, вызывает необходимость предварительного опудривания их тугоплавким материалом.

#### Литература

1. Наседкин В. Н., Сергеев Н. И. Особенности тонкой структуры обсидиантов и свойства пористого заполнителя на их основе. Сб. ВНИИСТРОЯ, № 25. — М., 1974, с. 123—128.
2. Сергеев Н. И. Особенности технологии получения вспученного перлита из сырья различных месторождений. В кн. Перлиты. — М.: Наука, 1981, с. 225—241.
3. Савченко Н. А., Флоринская В. А. Инфракрасные спектры пропускания пористых и кварцевых стекол. Оптика и спектроскопия. — М.: 1958, т. 4, вып. 2, с. 58—75.

Д. Р. Садыгов

#### АЗЭРБАЙЧАН ССР-ДАКИ ОБСИДИОНЛАРДА СУЛУН ВЭ ҺИДРОКСИЛ ГРУПЛАРЫНЫН ВЭЗИЈЈЭТИНИН ТЭДГИГИ

Мәгаләдә  $H_2O$ -ун гара, боз вә зәлаглы обсидионларын дегидротасија процесиндәки вәзијјәтинин тәдгиги, деривотографик вә ИГ-спектроскопик анализләринин нәтичәләри верилир. Апарылмыш ичә тәдгигатлар әсасында бир сыра мүнүм практик нәтичәләр чыхарылыр.

D. R. Sadykhov

#### ANALYSIS OF WATER AND HYDROXYLS CONDITION IN THE OBSIDIANS OF AZERBAIJAN SSR

The results of diversion-graphic and infra-red spectroscopy analyses of water condition in the process of dehydration of black, grey and striated obsidians are adduced in the article. On the basis of this research a number of important practical conclusions is drawn.



А. А. МАМЕДОВ, П. С. МИРЗОЕВ, Г. А. АЛИЕВА

**АЭРОСИНОПТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВЫПАДЕНИЯ  
ЛИВНЕВЫХ ДОЖДЕЙ И СЕЛЕЙ В АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР  
19—21 ИЮНЯ 1986 г.**

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Г. А. Алиевым)

В последние годы все большее внимание уделяется изучению особо опасных гидрометеорологических явлений, рассмотрению синоптических и аэродинамических условий их формирования с целью прогноза.

В настоящей статье дан анализ одного из опасных и редких для данного времени года явлений — ливневых дождей и снегопадов с выпадением града, сопровождающихся ураганскими ветрами во второй половине дня 19—21 июня 1986 г. почти на всей территории Азербайджанской ССР. Механизм формирования таких катастрофических ливней и снегопадов пока остается малоизученным, что делает целесообразным особо изучать указанные явления.

Июнь 1986 г. выдался чрезвычайно дождливым. В начале декады во многих предгорных районах сумма выпавших осадков составила 15—40 мм, что было больше нормы, а в низменных районах 1—10 мм — меньше нормы.

Во второй декаде, особенно во 2-й ее пятидневке, по районам Азербайджана прошли ливневые дожди. Максимальное количество осадков в предгорных районах южного склона Большого Кавказа составило более 60 мм (300 % от нормы в Шеки), в горных и высокогорных районах — 70—100 мм (275—310 % от нормы — Кырыз, Алибек) с мокрым снегом, в предгорных районах Малого Кавказа — до 40 мм более 300 % от нормы, все это сопровождалось грозой, в Ленкорано-Астаринском районе осадки в 12 раз превышали норму (60 мм). Град отмечался в Шемяхе и Стенанакерте в течение дня, а в Шахбузе — 3 дня. Осадки выпадали крайне неравномерно и периодически усиливались, переходили в ливневые, во многих районах сопровождалась грозой. Заметна была общая тенденция к уменьшению скорости ливней по мере удаления от склонов гор. Непосредственно над горами картина распределения интенсивных дождей была очень пестрая.

В связи с проникновением холодного фронта, а с ним холодных воздушных масс с востока осадки отмечались в Хачмазе с 4 до 6 ч, Кубе — с 4 ч. 15 мин. до 7 ч. 20 мин., затем в Кырызе с 18 ч. 20 мин. до 21 ч. Решающую роль здесь сыграло термическое влияние гор на упорядоченные мезомасштабные восходящие движения над ними. Максимальное количество осадков выпало 21 июня между 16 и 18 ч. Зона максимумов отмечалась на южных склонах Большого Кавказа и параллельно хребту (с 17 ч. 45 мин. до 18 ч. в Шеки выпало 31,8 мм осадков, в Алибеке с 15 ч. 15 мин. до 18 ч. лил ливневый дождь, сопро-

вождающийся грозой с количеством осадков 18,8 мм и др.), в предгорьях Малого Кавказа (в Агдаме с 17 ч. 55 мин. до 18 ч. выпало 28,3 мм осадков, в Кировабаде за 30 мин. выпало 17,2 мм осадков, в Иети-су максимальное количество осадков в виде снега выпало между 18 и 21 ч.). Следует отметить, что по мере приближения к горам общее количество осадков увеличивалось. Следовательно, в данном случае исключительно благоприятно сочеталось преобладающее влияние 3-х основных факторов, с которыми была связана орографическая интенсификация осадков: интенсивное влияние конвекции, динамическое воздействие склонов гор в сочетании с фронтально-циклическим фактором.

В районах Малого Кавказа в результате сильных ветров с выпадением града, снега и дождя был нанесен значительный материальный ущерб сельскому хозяйству, животноводческим фермам. В Мирбашире, Казахе, Шамхоре и некоторых других районах прошли сели. Селевые паводки прошли в районах южных склонов Большого Кавказа, вызывая полную гибель посевов, разрушения объектов и др.

Анализ подтвердил правильность установленных ранее [1, 2, 3, 4] синоптических положений, сопровождающихся ливневыми дождями в Азербайджанской ССР.

19 июня антициклон за холодным фронтом опускался с северо-западных районов Скандинавии, проходя через Прибалтику на Украину и далее Северный Кавказ. Центры его располагались над Западной Европой и на северо-западе Черного моря. На юге, в районах Турции, Ирана сохранялась термическая депрессия.

В средней тропосфере (11 500 гпа) ультраполярно вытянутая ложбина с Таймырского полуострова на Поволжье, углубляясь медленно оседала на Северный Кавказ и Каспий. В передней части этой ложбины с Передней Азии на исследуемую территорию выносилось тепло. Над Кавказом контрасты температуры составляли 8—10° на расстоянии 1000 км. Скорость юго-западного потока составляла 25—30 м/с.

20 июня повсеместно по районам Азербайджана началось понижение температуры, которое продолжалось до 21 июня: на 4—5° в предгорных районах Большого Кавказа (Куба, Шемяха), 2—3° в высокогорных (Кырыз), 3—4, 5° районах Малого Кавказа, местами даже до 6,0° (Иети-су), что было связано с перемещением холодного фронта. Минимальных значений температура достигла 21 июня в 06 ч. За этим фронтом на районы Азербайджана переместился отрог высокого давления, вызвавший в нижнем орографическом слое воздуха северо-западные ветры.

Северо-западный поток усиливался в связи с деятельностью высотной фронтальной зоны по юго-западной периферии холодной высотной ложбины, вытянутой с районов Новой Земли на Кавказ и Каспийское море (рис. 1). Над южными районами Урала располагался частный циклон. Над районами Италии также отмечался изолированный циклон с очагом холода на высоте.

Благодаря распространению холодного воздуха с севера по восточной периферии высотного гребня на Кавказ в этом районе 21 июня образовался циклон (рис. 2). Усиление осадков и увеличение контраста температур способствовала изоляции холода здесь на 11 500 гпа, взаимодействующая с очагом тепла, расположенным южнее Закавказья.



В выпадении сильных ливней кроме вышеперечисленных факторов большую роль сыграла влажнонеустойчивая стратификация. По данным радиозондирования за 15 ч. 21 июня (Тбилиси) относительная влажность воздуха в нижней половине тропосферы была 90%. Выше

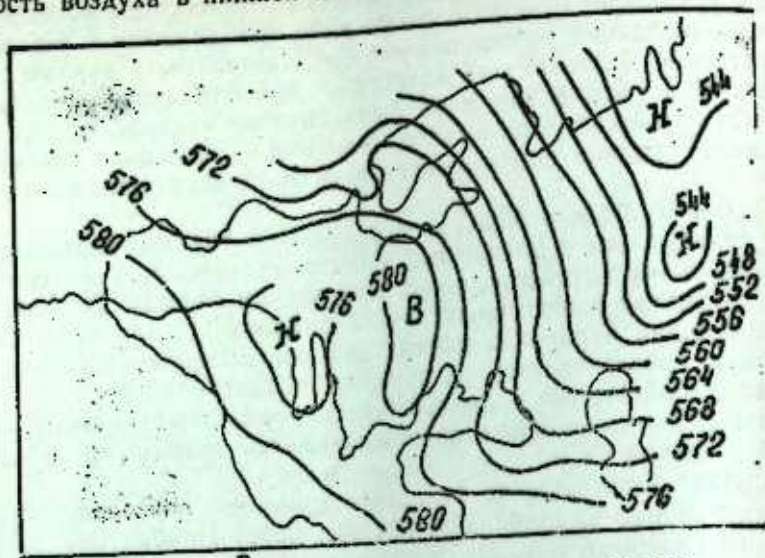


Рис. 1. Карта АТ 500 за 03 ч. с. периода 17—20/VI 1986 г.

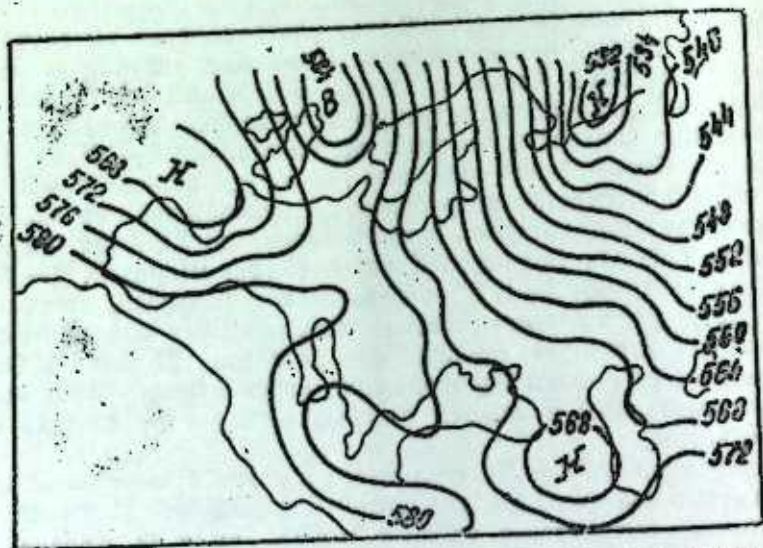


Рис. 2. Карта АТ 500 за 03 ч. с. периода 21—22/IV 1986 г.

этого слоя она уменьшается. Мощность конвективнонеустойчивого слоя была равна 370 гпа. Величина положительной энергии неустойчивости —  $15,5^\circ$ . Уровень конденсации лежал ниже уровня конвекции. Вертикальный градиент температуры до 3 км был  $2^\circ$  на 100 м, затем до высоты 5 км —  $0,7^\circ$ . Градиент удельной влажности с высотой убывал.

Анализ с ИСЗ 21/VI в ИК-диапазоне показал, что над северной

кромкой облачности отмечалась перистая облачность, которая также обусловлена выносом тропических воздушных масс. Наиболее яркая и мощная облачность образовалась в передней части области расходимости изогипс на уровне 500 гпа и была связана с циклоном у поверхности Земли. Наличие такого облачного покрова свидетельствовало также о вероятности выпадения осадков над республикой.

#### Литература

1. Гуния С. У., Харчилава Ф. Т. Аэросиноптические условия выпадения ливневых осадков в Закавказье и методика их прогноза. — Труды Тбил. НИГМИ, вып. 8, 1960.
2. Исмаилов И. А. Условия формирования значительных осадков над Центрально-степной зоной Азербайджанской ССР. — Баку: Элм, 1969.

Институт географии  
АН АЗССР

Поступило 25.11 1987

А. Э. Маммадов, П. С. Мирзоев, К. Э. Алиева.

#### 1986-чы ИЛ ИЮНУН 19—21-ДЭ АЗЭРБАЙЖАН ССР-дэ БАШ ВЕРМИШ ЛЕЈСАН ЈАҒЫШЛАРЫНЫН ВЭ СЕЛИН АЭРОСИНОПТИК ШЭРАНТИ

Мағаләдә 1986-чы ил ијунун 19—21-дә Азәрбајжан ССР-дәки ләјсан јағышларынын вә селин әмәл кәлмәсинин аэросиноптик шәранти тәһлил едилр. Аэросиноптик тәһлилә әсәсән өјрәнилән синоптик шәрантин әмәл кәлмәсиндә дағлыг релјефин, рүтубәт вә һаванын стратификасиясынын ролу кәстәрилр.

Дағдычы гүввәјә малик олан ләјсан јағышларынын тәһлили прогноз нәгтеји-нәзәриндән әһәмийәтлидир.

A. A. Mamedov, P. S. Mirzoyev, G. A. Aliyeva

#### AEROSYNOPTIC CONDITIONS OF DOWNPOUR RAINFALLS AND MUDSTREAMS IN THE AZERBAIJAN SSR IN 19—21 JUNE 1986

The article deals with the aerosynoptic conditions of downpour rainfalls and mudstreams in the Azerbaijan SSR in 19—21 June 1986. The adduced analysis of formation mechanism of catastrophic downpours has the prognostic significance.



Э. Г. СУЛТАНОВ

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ  
ПЕСНИ ЗЯБЛИКА (*Fringilla coelebs* L.)  
НА КАВКАЗЕ И В ПОДМОСКОВЬЕ**

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

По современным представлениям Европейскую часть СССР населяет номинальный подвид зяблика *F. c. coelebs* L., а большую часть Кавказа — *F. c. caucasica* Seeger. Наши исследования, проведенные в 25 районах Кавказа в 1980, 1982 и 1983 гг. [3, 4], показали, что существует по крайней мере 6 географических популяций зяблика, отличающихся по структуре песни, в частности, по содержанию типов песен с определенными типами элементов росчерка. При этом можно выделить две группы популяций. Первая включает популяции Талыша и востока Малого Кавказа, для которых характерны росчерки 01 (зигзаг), 02 (нисходящий) и 04 (колпачковый или колоколовидный). Причем, в Талыше встречаются только первые два типа росчерка (рис. 1, 2). Вторую группу составляют популяции Колхиды, запада Малого Кавказа (Боржоми) и востока Большого Кавказа. Для них характерны росчерки 05 («v»-образный), 06 (восходящий) и 03 (жужжащий), последний главным образом для Колхиды и Боржоми. Только на западе Малого Кавказа выделен особый росчерк 07.

Анализ спектрограмм 30 типов песен, выделенных от 49 особей зяблика, записанных на магнитофон в 1979 г. на территории Звенигородской биостанции (ЗБС) МГУ им. М. В. Ломоносова (Звенигородский район Московская область) показал, что здесь не отмечены росчерки 03, 06 и 07. Однако выделен своеобразный росчерк 08 (рис. 2; 20 % всех типов песен), сочетающий в себе признаки росчерков 05 и 04. Кроме того, росчерк 01 в большинстве случаев представлен своеобразной модификацией (рис. 1), отличающийся тем, что первая составляющая росчерка как бы оторвана от его основной части небольшой паузой. Следует отметить, что росчерки типа 01, 02 и 04, с одной стороны, и 05, 06, 03 и 07 — с другой, связаны между собой рядом переходных модификаций. Модификация росчерка 08 в типе песни ЗБС-7 недоразвитием первой и третьей составляющих близка к некоторым модификациям росчерка 05 (рис. 2) в Дагестане, что сближает его с группой росчерка 05, 06, 03 и 07.

В целом на территории ЗБС преобладают типы песен с росчерками 01 (27 %), 02 (36 %), 08 (20 %), в примеси отмечены росчерки 05 (7 %) и 04 (10 %). Таким образом, популяция из Подмосковья ближе всего стоит к популяции запада Большого Кавказа, которая соче-

тает в себе признаки обеих групп географических популяций зябликов Кавказа. Здесь представлены все типы росчерка, кроме 07, а преобладают 01, 02 и 06. Хотя у птиц Подмосковья не отмечен росчерк 06, однако наличие росчерков 05 и близкого к нему 08, позволяет сблизить их

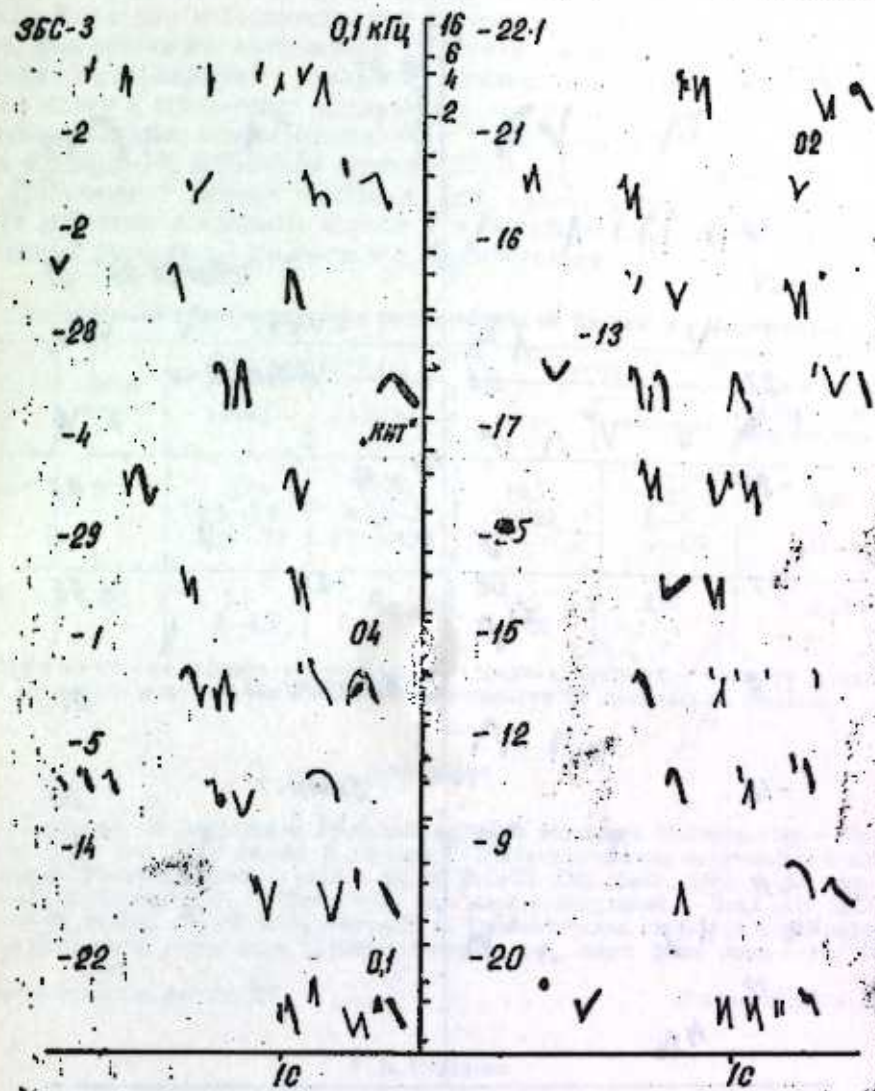


Рис. 1. Типы песен подмосковных зябликов

именно с зябликами запада Большого Кавказа. Их сближает и наличие элемента «кит» в конце многих песен, так как в Талыше и в восточной части Малого Кавказа росчерки группы 05, 06, 03 практически не встречаются. Все же преобладание росчерков 01 и 02 свидетельствует о родстве (более отдаленном) или даже общем происхождении птиц Талыша и востока Малого Кавказа не только с зябликами запада Большого Кавказа, но и Подмосковья, то есть Европейской части СССР. Сказанное подтвердил и проведенный нами анализ опублико-



важных сонограмм типов песен зяблика, записанных в Подмосковье и на юге Европейской части СССР [1, 2].

Полученные нами спектрограммы песен легко идентифицировать с опубликованными сонограммами типов песен зябликов Подмосковья.

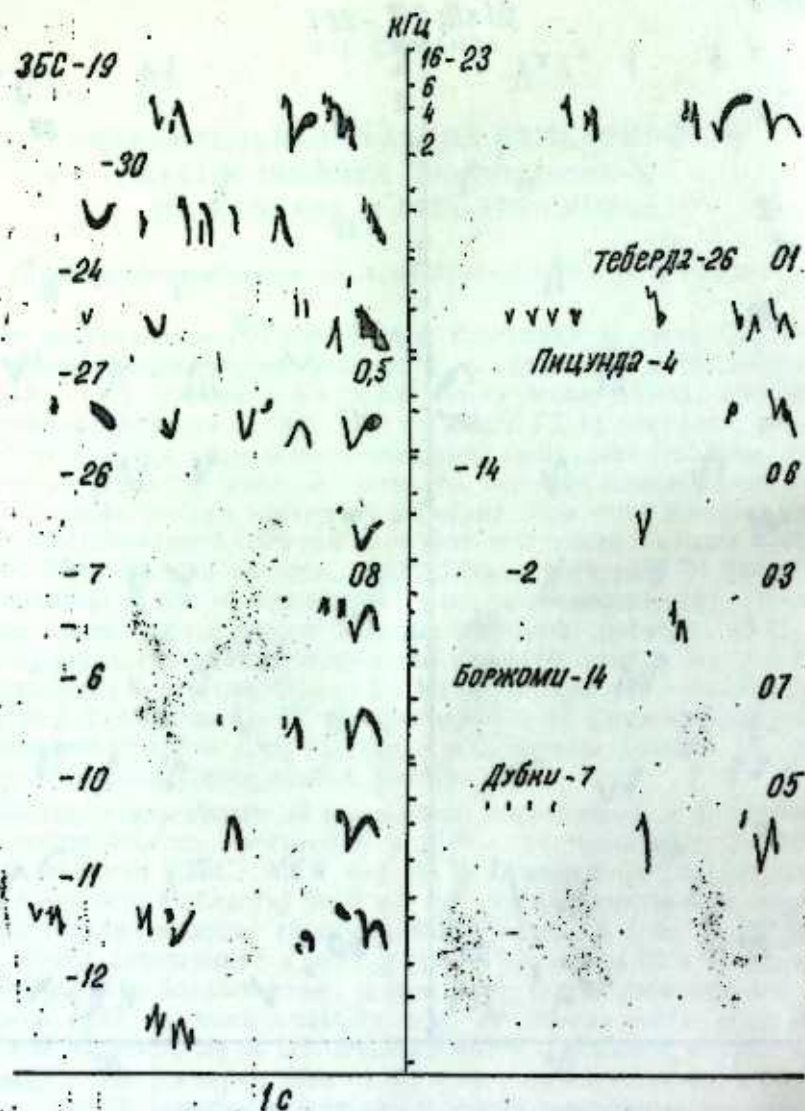


Рис. 2. Типы песен подмосковных и кавказских зябликов

Так, тип ЗБС-1 соответствует «крылышкам», по терминологии Г. Н. Симкина, ЗБС-19 — «изыщной», ЗБС-8 — «измененной», ЗБС-17 — «искаженной», ЗБС-19 — «изыщной», ЗБС-8 — «измененной», ЗБС-17 — «искаженной», ЗБС-14 — «бочке трелевой», ЗБС-20 — «веретену», ЗБС-13 — «двухтрелевой», ЗБС-27 — «многоверетенной», а ЗБС-18 очень близка к «особой».

Представляет интерес и анализ количественных характеристик песни зяблика. Из таблицы видно, что у зябликов Подмосковья более

длительный росчерк и вся песня, они также включают больше элементов. Если на Кавказе более 4/5 типов песен имеют простой росчерк, то в Подмосковье только 4 из 30 (ЗБС-3, 6, 7, 10). Однако отдельные типы песен на Кавказе имеют до 7 элементов в росчерке, а в Подмосковье по нашим данным — только до 5 (ЗБС-27). Все различия между Кавказом и Подмосковьем по показателям, приведенным в таблице, статистически достоверны. Различия между кавказскими популяциями не перекрывают различий с подмосковной популяцией. Среднее число колен и вставочных элементов в песнях зябликов Кавказа несущественно больше, чем в Подмосковье (2,98; 2—5; 2,8 — 3,75 против 2,9; 2—4 и 0,43; 0—3; 0,25—0,59 против 0,27; 0—1).

Полученные данные подтверждают мнение о том, что на Кавказе песни зябликов в среднем короче и в большинстве случаев имеют упрощенный росчерк по сравнению с Подмосковьем.

Количественные характеристики песни зяблика на Кавказе и в Подмосковье

	Типы песен	Длительность (с)		Слогов в		Доля типов песен с простым росчерком
		песни	росчерка	песне	росчерке	
Кавказ	292	2,14	0,29	16,3	1,27	0,82
		1,5—3,2	0,13—1	6—23	1—7	
		1,96—2,2	0,21—0,38	15,1—17,7	1—1,5	
ЗБС	30	2,5	0,4	18,6	2,07	0,13
		2—3,5	0,2—0,7	14—26	1—4	

Примечание. Цифра верхнего ряда — средняя; среднего — минимум и максимум; нижнего — минимальная и максимальная средние по популяциям Кавказа.

#### Литература

1. Симкин Г. Н. Актуальные проблемы изучения звукового общения птиц. — Орнитология, 1982, вып. 17, с. 36—53.
2. Симкин Г. Н. Типологическая организация и популяционный филогенез песни у птиц. — Бюлл. МОИП. Отд. биол., 1983, т. 88, вып. 1, с. 15—27.
3. Султанов Э. Г. Песни птиц как маркер популяций. — Докл. АН АзССР, 1984, т. 40, № 9, с. 70—73.
4. Султанов Э. Г. Типологическая структура и географическая изменчивость песни птиц Кавказа. Автореф. дис. канд. биол. наук. — М., 1985.

Институт зоологии АН АзССР

Поступило 23. I 1987

Е. Н. Султанов

#### ГАФГАЗДА ВЭ МОСКВА ВИЛАЖЭТИНДЭ МЕШЭ СЭРЧЭСИНИН (Fringilla coelebs) НЭГМЭСИНИН МҮГАЛИСЭЛИ ТЭЙЛИЛИ

Мөгалэдэ 30 нэгмэ типн Москва вилажэтиндэн вэ 292 нэгмэ типн Гафгазын 25 жериндэн котүрүлүб тэйлил эдилмишидир. Москва вилажэтиндэ 5, Гафгазда 7 нэгмэ сонлугу типн гејд олунмушдур. Онлардан дөрдү нэр ики рекнона анддир. Гафгазын 6 чографи популасијасыдан (Талын, Кичик вэ Бөјүк Гафгазын гэрби вэ шэрги, Калхида популасијалары) Москва популасијасына эң јахынн Бөјүк Гафгазын гэрб ниссэсинин популасијасыдир. Үмумијэтлэ, Гафгаза нисбэтэн Москва вилажэтиндэ мешэ сэрчэлэринин нэгмэси даһа узундур (орта һесабла 2,14 сэн-ја гаршы 2,5 сэн.), сонлугда вэ бүтөв нэгмөдө һечаларын сајы даһа чоһдур (орта һесабла 1,27 һечаја гаршы 2,07 һеча вэ 16,3 һечаја гаршы 18,6 һеча).



E. H. Sultanov

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF FRINGILLA COELBS'OONG  
IN THE CAUCASUS AND LOCALITIES NEAR MOSCOW

The analysis of 30 song types from localities near Moscow and 292 song types from 25 areas of the Caucasus was conducted. 5 flourish types were revealed in localities near Moscow and 7—in the Caucasus. 4 flourish types are common for both regions. Among the geographic populations of chaffinch in the Caucasus (Talysh, Lesser and Greater Caucasus, west and east, Kolkhida) chaffinch population from the west of Greater Caucasus is the closest to that from the localities near Moscow.

АЗЕРБАЙДЖАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XLIV ЧИЛД

№ 6

1988

УДК 581.35(479.24)

СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

А. М. АСКЕРОВ, Ф. А. АХМЕД-ЗАДЕ

НОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВИДОВ СЕМЕЙСТВ ГРЕЧИШНЫХ,  
ФИАЛКОВЫХ И ЗВЕРОБОЙНЫХ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

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

При обработке гербарных материалов, хранящихся в Институте ботаники АН АзССР и собственных сборов, нами выявлены новые месторождения видов растений для нескольких флористических районов Азербайджана.

Ниже приводятся аннотированные списки. После научного и русского названий видов даны их новые местонахождения и краткие экологические характеристики. Объем флористических районов принят по «Флоре Азербайджана».

Перечисленные новинки флоры Азербайджана охватывают 6 родов *Rumex* L., *Fallopia* Adans., *Polygonum* L., *Viola* L., *Hypericum* L.) и 21 вид.

Род *Фаллопия* (*Fallopia* Adans) с видом *F. dumetorum* (L.) *Hub.*, известный в Азербайджане из Большого Кавказа и Талыша [2], был собран в северной части Малого Кавказа (Ханларский район, с. Зурнабад).

Родовое название *Фаллопия* для «Флоры Азербайджана» приводится впервые.

Новыми для различных ботанико-географических районов являются 5 видов щавеля: *Rumex longifolius* DC., *R. pulcher* L., собранные из северной части (Казахский район), *R. sanguineus* L. — южной части (Загеланский район, сс. Ордакли и Сабу) Малого Кавказа, *R. pulcher* L. — из Гобустана (Шемаха) и Куринской равнины (г. Кировабад), *R. conglomeratus* Murr. — из Дивичинского района.

По роду *Щавель* (*Rumex* L.) [2] 2 вида обнаружены в западной (*R. acetosa* L.) и восточной (*R. halacsyi* Rech.) частях Большого Кавказа.

По роду *Гречишник* (*Polygonum* L.) [2] выявлено много интересных местонахождений. В частности, 4 вида (*P. minus* Huds., *P. argyroleon* Kunze, *P. orientale* L., *P. lapathifolium* L.) были собраны в Западной (Белоканы, Закаталы, 2 вида (*P. aviculare* L., *P. persicaria* L.) — в восточной (Исмаиллы) частях Большого Кавказа. Кроме того, виды *P. paronychioides* C. A. Mey., *P. tiflisiense* Kom., *P. tomentosum* Schrenke оказались новыми для различных флористических районов Малого Кавказа. *P. amphibium* L. и *P. caspicum* Kom. найдены в Талыше и Нах. АССР, *P. cognatum* Weissn. в Кура-Араксинской низменности.

*Viola gechenbchiana* Jord. во «Флоре Азербайджана» [1] отмечен из северной части Малого Кавказа. Выявлено его новое местонахождение



ние из Талыша, центральной части Большого Кавказа (Исмаиллинский район, левобережье р. Ахоччай, грабовый лес с примесью бука и дуба). *Hypericum elongatum* Ledeb. во «Флоре Азербайджана» [3] отмечен из Диабара, собран в северной части Малого Кавказа (Казахский район, с. Татлы, среди трав, на горе Агдаг). Гербарные образцы перечисленных видов хранятся в гербарии Института ботаники АН АзССР (ВАК).

#### Литература

1. Исаев Я. М. Сем. Фиалковые. В кн.: Флора Азербайджана, т. 6. — Баку: Изд-во АН АзССР, 1955, с. 280—297. 2. Рза-заде Р. Я. Сем. Гречишные. В кн.: Флора Азербайджана, т. 3 — Баку: Изд-во АН АзССР, 1952, с. 151—181. 3. Рза-заде Р. Я. Сем. Зверобойные. В кн.: Флора Азербайджана, т. 6. — Баку: Изд-во АН АзССР, 1955, с. 247—259. 4. Черепанов С. К. Сосудистые растения СССР. — Л.: Наука, 1981, с. 509.

Институт ботаники  
АН АзССР

Поступило 26. VI 1987

А. М. Эскеров, Ф. Э. Әһмәдзәдә

#### ГЫРХБУГУМКИМИЛЭР, БӘНӨВШӘКИМИЛЭР, ДАЗЫКИМИЛЭР ФӘСИЛӘЛӘРИНДӘН ОЛАН НӨВЛӘРИН АЗӘРБАЙДЖАНДА ЈЕНИ ЧОГРАФИ ЈЕРЛӘРИ

Беш чинсә (Rumex, Fallopia, Polygonum, Viola, Hypericum) анд олан 21 нөвүн Кичик вә Бөјүк Гафгазда, Талышда, Күр вә Араз дүзөндүкләриндә јени јайылма јерләри ашкар едилмишдир. Бу јерләри мөгәләдә гыса екологји тәсвири верилр.

А. М. Askerov, F. A. Akhmed-zade

#### NEW LOCALITIES OF POLYGONACEAE, VIOLACEAE, HYPERICACEAE SPECIES IN AZERBAIJAN

New localities of 21 plant species related to 5 genera (Rumex L., Fallopia Adans., Polygonum L., Viola L., Hypericum L.) and occurring in the north and south parts of Minor Caucasus, Kura valley, west and east parts of Great Caucasus. Talysh and Kura-Araks lowland were revealed. Their short ecological characteristics are given.

УДК 582.0014.757

СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

С. Г. МУСЛЕВ

#### НОВЫЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ВИДОВ РОДА EUPHORBIA L. В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

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

При обработке гербарного материала выявлен новый вид молочая для флоры СССР и новые местонахождения для отдельных видов в республике.

1. *Euphorbia terracina* L. тот средиземноморский вид широко распространен в северо-западной части Испании, Португалии, Франции, Италии, на островах Корсика, Крита, Сардинии и Сицилии [6]. Впервые собран на Апшероне (Ботанический сад Ин-та ботаники АН АзССР, 28. 04 1939 г., С. Закарян) и является новым адвентивным видом для флоры СССР [1, 2, 3, 5]. Ниже приводится его описание.

Многолетнее растение голое. Стебли от основания ветвистые, с 3—5-пазушными ветвями. Ветви цитии ложно дихотомически раздельные. Листья мелкие 15—50 мм дл. и 7—10 мм шир. (редко 1,5 мм ширины — var. *angustifolia* Lange), линейно-ланцетные, эллиптически-продолговатые. Железки с 2 длинными тонкими бороздками гладкие. Семена яйцевидные, бледно-серые, 2—2,3 мм дл.

2. *Euphorbia acuminata* Lam. — молочай заостренный.

Во «Флоре Азербайджана» [4] приводится только для Степного плоскогорья. Однако в гербарии (ВАК) имеются экземпляры, собранные в южной части Малого Кавказа: Azerbajdzhan, distr. Zangelan, prope р. Kegnja—Pirtschevan, in calcaris, 30. V 1937, Rza-zade R.

3. *Euphorbia grossheimii* Prokh. — молочай Гроссгейма.

Указывается для горной части Нахичеванской АССР [4], но обнаружен и в низменной зоне: Azerbajdzhan, distr. Nachrespublica, prope Dzhulfa, 19 V 1928, A. Grossheim; Nachrespublica, pr. st. Viae-ferr. Dzhulfa, in faucibus fl. Arax, 7 V 1939, Grossheim.

3. *Euphorbia humifusa* Willd. — молочай приземистый.

Для флоры Нахичеванской АССР не приводится, но его экземпляр выявлен в гербарии, собран в Джульфинском районе: Azerbajdzhan, prope st. viae-ferr. Dzhulfa, in lap'odosis, 21 V 1933, L. Prillipko.

4. *Euphorbia szovitzii* Fisch. et Mey. — молочай Шовица.

Установлено распространение в Кубинской части Большого Кавказа и в южной части Малого Кавказа: Azerbajdzhan, distr. Zangelan, prope st. viae-ferr. Mlnzhevan, in collibus argillosa-lap'odosis, 23 V 1937, Grossheim; Azerbajdzhan, distr. Kuba, in pasc. alpintis p. p. Aput, 24 VII 1933, Karjagin.

Вышеперечисленные экземпляры видов хранятся в гербарии Института ботаники АН АзССР (ВАК).



Литература

1. Гроссгейм А. А. Определитель растений Кавказа.—М.: Изд-во Советская наука, 1949, с. 177—185. 2. Гроссгейм А. А. Сем. Euphorbiaceae Jt. III.—Молочайные. В кн.: Флора Кавказа, т. 6.—Изд-во АН СССР, 1962, с. 67—96. 3. Проханов Я. М. Род Euphorbia L. В кн.: Флора СССР, т. 14.—М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1949, с. 303—495. 4. Халилов Э. Х. Род Euphorbia L.—Молочай. В кн.: Флора Азербайджана, т. 6.—Баку: Изд-во АН АзССР, 1955, с. 109—136. 5. Черепанов С. К. Сосудистые растения СССР.—Л.: Наука, 1981, с. 213—217. 6. Tutin T. G. Euphorbiaceae. J. St. III.—In: Flora Europaea. Cambridge, 1968, v. 2, p. 211—226.

Институт ботаники АН АзССР

Поступило 17. VII 1987

С. Н. Мусаев

ЧИНСИ НӨВЛЭРИНИН АЗЭРБАЙЖАНДА  
ЖЕНИ ЈАЈЫЛМА САҢАЛЭРИ

Азэрбајчан ССР ЕА Ботаника Институтунун гербарисиндо Суддүжэн чинсиде анд материаллары өрөнәркин ССРИ флорасы үчүн бир адвентив новуни (*Euphorbia terracina* L.), (*Euphorbia acuminata* Lam., *E. grossheimii*, *E. humifusa*, *E. Szovitzii*) Азэрбајчан ботаника-географи районлары үчүн иса 4 новуни жени јајылма саңалэри мүәјжэн едиламиндир.

S. G. Musayev

NEW LOCATIONS OF SPECIES OF GENUS EUPHORBIA L. IN AZERBAIJAN

Herbarium materials treatment reveals the new species for USSR Flora (*Euphorbia terracina* L.) and new locations of 4 species (*Euphorbia acuminata* Lam., *E. grossheimii* Prokh., *E. humifusa* Willd., *E. szovitzii* Fisch. et Mey.) for several republic areas.

Д. Л. МУСАЕВ

О НЕКОТОРЫХ КАМЕННЫХ ИЗДЕЛИЯХ РАННЕБРОНЗОВОГО  
ПОСЕЛЕНИЯ БОРИСПОЛЬТЕПЕ

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

В процессе археологического исследования, проведенного в 1983—1985 гг., на поселении Бориспольтепе, находящегося в Хачмасском районе, в с. Борисполь, обнаружено большое количество разнообразных каменных изделий, которые являются ценным вещественным источником для изучения культуры, экономической, социальной жизни древнего мира.

«Таковую же важность как строение останков костей имеют для изучения организации исчезнувших животных видов, останки средств труда имеют для изучения общественно-экономических формаций»<sup>1</sup>

В настоящей статье, на основании изучения каменных изделий раннебронзового слоя памятника Бориспольтепе, рассматриваются древние средства труда и оружие северо-восточного Азербайджана.

Для изготовления орудий труда и оружия использовались разнообразные породы камня. Надо отметить, что рядом с поселением протекает р. Агчай, берега которой усеяны камнями.

По назначению изделия из камня подразделяются на орудия труда и оружие. По своему назначению орудия труда можно разделить на следующие группы: 1) кремневые вкладыши составных серпов, ножевидные пластины; 2) зернотерки, несты, мотыги; 3) топоры; 4) грузила, диски.

На поселении обнаружено более двадцати вкладышей составных серпов (рис. 1, 2). Все они выявлены в процессе раскопок, изготовлены из кремня и обработаны отжимной ретушью. Вкладыши представлены—срединными и кощевыми типа. Как правило, вкладыши, обнаруженные в верхнем слое, имеют меньшие размеры и обычно темный цвет. Части, входящей в рукоятку серпа, придана прямая или дугообразная форма. Вся поверхность обработана отжимной ретушью, рабочие края обработаны зубчатой ретушью, на которых имеются следы полировки. На одном из вкладышей сохранились остатки битума. Вкладыши из нижнего слоя изготовлялись на пластине, обычно светло-серого цвета. Наибольшая длина одного из них 7,5 см, причем, этот вкладыш на части, входящей в рукоятку, ближе к краю, имеет вогнутую форму. Один из вкладышей кощевом типа имеет ножевидную форму. Поверхность тщательно обработана отжимной ретушью, а края — зубчатой ретушью. Длина вкладыша 6,7 см, ширина одного конца 2 см, другой конец заострен. Два других вкладыша кощевом типа имеют трапециевидную



форму. Края и поверхность обработаны отжимной ретушью. Длина их соответственно равна 4,2 и 5,6 см, ширина — 1—3 и 3—2 см. Кремневые вкладыши встречаются на многих памятниках бронзового периода и являются одними из древних жатвенных орудий раннеземледельческих племен Кавказа. Они выявлены из поселений близ Ханлара<sup>2</sup>, в Мингечауре<sup>3</sup>, в Дагестане и на Северном Кавказе<sup>4</sup>.

К многочисленным каменным орудиям, непосредственно связанным с земледельческим хозяйством древнего населения Бориспольтепе, относятся также зернотерки, песты, ступки. Зернотерки в поселении найдены в большом количестве. Для изготовления зернотерок использовались в основном речной булыжник, в редких случаях известняк. По своим формам зернотерки можно разделить на две группы: прямоугольные и ладьевидные. Зернотерки прямоугольной формы, как правило, отличаются своей массивностью. Рабочая поверхность имеет неглубокие прогибы по продольной оси и незначительные возвышающиеся края, что доказывает их сработанность. Одна из таких зернотерок имеет следующие размеры: длина — 48 см, ширина — 20—22 см (рис. 3). Другая зернотерка на поверхности следов не имеет, размеры ее: длина — 52, 23—17 см, сильно сработана и имеет возвышающиеся края. Длина их варьируется от 48 до 32 см, ширина — 10—15 см, толщина — 3—5 см. Зернотерки выявлены из Кюльтепе<sup>5</sup>, в Казахе<sup>6</sup>, Гарни<sup>7</sup>, Квацхелеби<sup>8</sup>, Баба-Дервиш<sup>9</sup>. Определенный интерес представляет ступка ладьевидной формы, основание имеет овальную форму, верхняя часть ровная, на ней в середине имеется удлиненной формы углубление. Длина ступки 25 см, ширина — 9,5—10,5 см.

К орудиям труда относятся каменные наконечники мотыг. Одна из них изготовлена из толстого круглого камня путем скалывания по краю. Мотыга имеет форму полукруга, рабочий конец широкий и заострен, на другом конце имеется уступ для крепления рукоятки. Внутренняя часть мотыги шероховатая, внешняя — естественно гладкая. Длина мотыги по прямой 23 см, ширина — 7 см. Другая мотыга имеет удлиненную узкую ручку и широкое основание с заостренным рабочим краем (рис. 4). Мотыги подобного типа выявлены в Долинском поселении<sup>10</sup>, в Узерликтепе<sup>11</sup> и из других памятников этого периода.

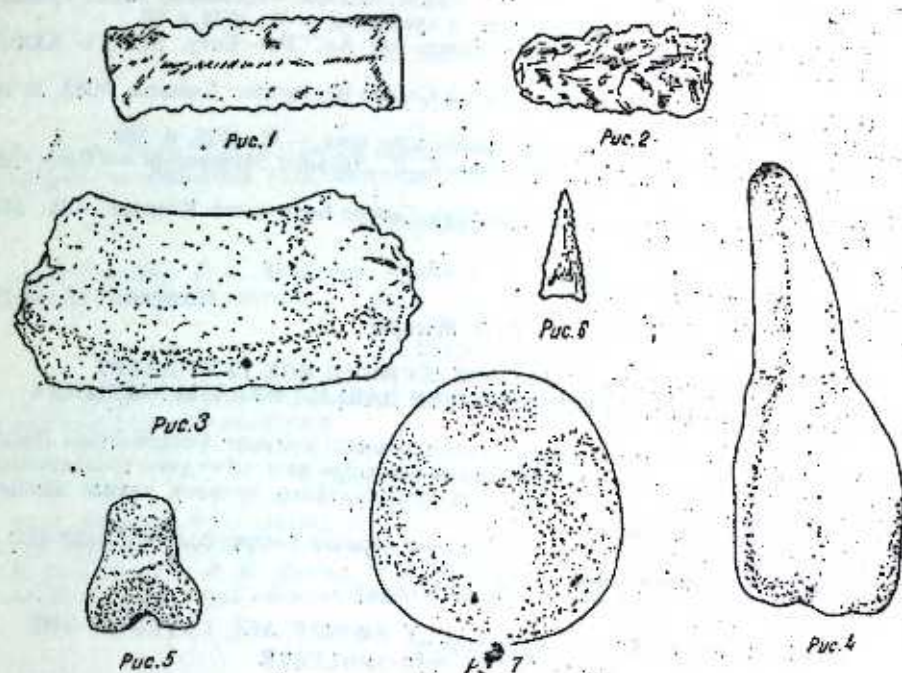
Большой интерес представляют каменные топоры, изготовленные из речной гальки. Один из них имеет в плане цилиндрическую форму и утолщается, где просверлено отверстие для ручки. Поверхность путем обработки сглажена. Один из ударных концов имеет округлую в плане форму, другой конец отбит. Размеры: диаметр в середине — 4,5 см, диаметр ударной площадки — 2,3—2,7 см (рис. 5). С большим мастерством изготовлен топор клиновидной формы с желобчатым перехватом. Верхняя часть имеет округлую форму, лезвие широкое и подшлифовано. В середине, путем обработки, топору придан ребристый выступ, по бокам проходит желобчатая канавка. Размеры: длина — 14 см, ширина лезвия — 7 см, толщина в середине — 5,5 см.

Два топора с желобчатым перехватом выявлены с поселения Гяфлятепелари в Кусарском районе<sup>12</sup>, подобного типа топоры имеются с поселения Чаккалыктепе в Дивичинском районе<sup>13</sup> из памятников Дагестана и Чичено-Ингушетии<sup>14</sup>.

К каменным орудиям относятся кремневые наконечники стрел, копий, и довольно большое количество наконечников булав.

Кремневые наконечники стрел имеют форму правильного треугольника с выемчатым основанием (рис. 6). Поверхность и края обработаны

отжимной ретушью, конец острый. Длина наконечника 2,7 см, расстояние между лопастями 1,2 см. Подобного типа наконечник выявлен из Серженюртовского поселения<sup>15</sup>.



В довольно большом количестве выявлены наконечники булав, которые различаются по своей форме и размерам. Надо отметить, что многие экземпляры представлены в незаконченном виде. Одна из них имеет грушевидную форму. Цвет светло-серый. На узком основании имеется небольшое углубление — место сверления, высота булав 4,5 см, диаметр в середине 6,5 см (рис. 7). Наконечники булав округлой формы изготовлены из камней, имеющие в основном черный цвет. Они представлены во фрагментах. Диаметр их варьируется от 4 до 5 см. Аналогичные наконечники булав выявлены в Мингечауре<sup>16</sup>, в Каякентском поселении<sup>17</sup>.

В заключение отметим, что каменная индустрия на поселении Бориспольтепе в III тыс. до н. э. играла важную роль в производственной жизни древних обитателей.

#### Примечания

- 1 Маркс К. Капитал, т. 1. — М., 1981, с. 187.
- 2 Гуммель Я. И. КСИИМК, вып. XXIII. — М., 1948.
- 3 Асланов Г. М., Ваидов Р. М., Ионе Г. И. Древний Мингечаур. — Баку, 1959, табл. III—IV.
- 4 Мунчаев Р. М. Древнейшая культура Северо-восточного Кавказа. МИА № 100, — М., 1961, с. 48—53.
- 5 Абибулаев О. А. Энеолит и бронза на территории Нахичеванской АССР. — Баку, 1982, с. 113.
- 6 Нариманов А. Г. КСИИМК, вып. 70. — М., 1957, с. 138.
- 7 Аракелян Б. Н. Гарни. — Ереван, 1951, с. 25.
- 8 Джавахишвили А. И., Глonti Л. И. Урбиси I. — Тбилиси, 1962, табл. IV.
- 9 Исмаилов Г. С. Археологическое исследование древнего поселения Баба-Дервиш. — Баку, 1977, с. 69—70.



01 Круглов А. П., Подгаецкий В. Г. Долниское поселение у г. Нальчика. МИА М.—Л., 1944, с. 172.

11 Кушнарева К. Х. Поселение эпохи бронзы на холме Узерликтеле, около Агдама. МИА № 67. — М.—Л., 1959, р. 22, с. 417.

12 Халилов Дж., Кесаманлы Г. П. Гяфлетепеляри — поселение эпохи бронзы в Азербайджане. Кавказ и Восточная Европа в древности. — М., 1973, с. 56.

13 Аразова Р. Б., Ахундов Т. И. — Докл. АН АзССР. — Баку, № 9, т. XXXVII, с. 82.

14 Мунчаев Р. М. Древнейшая культура Северо-Восточного Кавказа. МИА № 100, табл. III, 3, 5. — М., 1961, с. 55.

15 Мунчаев Р. М. Кавказ на заре бронзового века. — М., 1975, с. 339.

16 Асланов Г. М., Вандов Р. М., Ионе Г. И. Древний Мингечаур. — Баку, 1959, с. 31, табл. X.

17 Мунчаев Р. М. Древнейшая культура Северо-Восточного Кавказа. — М., МИА № 100, с. 66—67.

Сектор археологии и этнографии  
Института истории АН АзССР

Д. Л. Мусаев

Поступило 11. XI 1985

### БОРИСПОЛТЭПЭ ЈАШАЈЫШ ЈЕРИНИН ИЛК ТУНЧ ДӨВРҮ ТӨБӘГЭСИНДӘН ТАПЫЛМЫШ БӘЗИ ДАШ МӘ'МУЛАТЫ ҺАГГЫНДА

Хачмаз районунун Бориспол кәнди јахынлығында јерлөшән Борисполтәпә јашајыш јериндә анарылап археоложи тәдгигатлар заманы хәјли даш мә'мулаты топланмышдыр: чакмаг дашындан ораг дишләри, дән дашлары, балталар, тохалар, чакмаг дашындан ох учлары вә топпуз башлары.

Е. э. III миңилликдә Борисполтәпә јашајыш јеринин тәсәррүфат һәјатында даш мә'мулаты мүнүм рол ојнамышдыр.

D. L. Musaev

### SOME STONE WARES OF THE EARLY BRONZE AGE LAYER OF THE SETTLEMENT BORISPOLTEPE

The article deals with the stone wares of the Early Bronze age layer of the settlement Borispoltepe, situated in Khachmaz district of the Azerbaijan SSR. This wares consist of the hoe, the axes, the flint blades of the sickles, the arrow-heads and so on.

The analysis of all archaeological finds shows that the flint industry was important in the life of settlement Borispoltepe in Early Bronze age.

### МҮНДӘРИЧАТ

#### Ријазинјат

Н. Ә. Рүстәмов. Дөймә нөггәси олан хәтти осцилјаторлар системини сәпил-  
мә матриси вә адиабатик инвариантлары һаггында . . . . . 3

#### Кибернетика

Ә. Б. Әскәров, Г. Р. Лоанесјан, Әлијев Б. С. Тәсадүфи ардычылыглардан  
биринчи алт синфини синтези . . . . . 8

#### Енергетика

Е. А. Әлијев. Кечид режимләриндә електрик енерјисини идарәетмә вә нәзә-  
рәт етмәнин гүјмәтләндирилмәси . . . . . 12

#### Јарымкечиричиләр физикасы

М. Ә. Алчанов, М. И. Әлијев, Н. Г. һүсејнов. Галлиум вә таллиум сульфидни  
истилик кечиричилији . . . . . 17  
Р. Б. Шәфизадә, Ф. И. Әлијев, Ч. И. Исмајылов. Вакуумда чөндүрмә үсулу  
илә алынмыш TiTe назик тәбәгәләрини электронографија үсулу илә тәдгиги . . . . . 21

#### Физика

К. Ә. Рүстәмов, Н. Ә. Рүстәмов. Латтинджер модели илә бағлы олан гејри-  
ли чөбри һаггында . . . . . 24  
Ф. М. һашымзадә, А. Т. һачыјев, Н. Б. Мустафајев, В. Ј. Штејнирајбер.  
Назик бисмут тәбәгәләриндә диелектрик сабити . . . . . 28

#### Үзви кимја

Б. Ј. Трифел, А. А. Бүнјадзадә, К. С. Шихәлијев, Ф. В. Мәммәдов. Модифи-  
касија просесләриндә макромолекулларыи оксикенли группларынын ролу һаг-  
гында . . . . . 31  
Р. А. Султанов, Г. һ. Абасова, Р. А. Чәлилов. Силоксан тәркибли окспранлар . . . . . 35

#### Физики кимја

О. Н. Новрузов, А. Д. Гулијев, М. М. Сејидрајева, М. И. Рүстәмов. Алүми-  
ниум вә магнезиум оксидләрини үзәринә чөкдүрүлмүш NiO кристалларынын  
магнит хәссәләри . . . . . 39

#### Кеофизика

Ш. Ә. Әһмәдов, Ф. М. һачызадә. Атмосферин интеграл шәффафлығына әса-  
сәп, спектрал зәифләмәнин тә'јини . . . . . 42  
Н. М. Әлијев, В. С. Әлијев, Н. М. Торговитскаја. ГФ-15 дәнәвәр катализатор  
тәбәгәсини гидравлик мугавимәтини тәдгиги . . . . . 45

#### Нефт кеолокијасы

Г. Р. Әлијев, А. А. Әфәндијев, Ф. Ә. Мурадова, Р. М. Әфәндијева. Тәрсдәл-  
ләр саһәсиндә мезокајнозәј чөкүнтүләрини гидрокеоложи вә гидрокимјәви хү-  
сусијјәтләринә даир . . . . . 49



Минералогия

Д. Р. Садыгов. Азербайжан ССР-даки обсеидноларда сууун ва гидроксила группаларынын вазиуиетини тедгиги . . . . . 53  
 А. Э. Мамедов, П. С. Мирзаев, К. Э. Элиев. 1988-чы ил иууну 19—21-де Азербайжан ССР-да баш вериниш лејсан јаташларынын во селии аеросмонтик шранти . . . . . 58

Зоологика

Е. А. Сулганов. Гафгазда ва Москва илајетинде меша сарчасини (*Fringilla coelebs*) вагиссини мутајисди тоћлиди . . . . . 62  
 А. М. Аскеров, Ф. Э. Эмедзаде. Гырхбугумсинилер, бановшакимилер, лавизимилер, фосилларинден одан новларин Азербайжанда јени чографи јерлери . . . . . 67  
 С. Н. Мусаев. *Euphorbia* L. члиси новларини Азербайжанда јени јайлма сабалари . . . . . 69

Археологика

Д. П. Мусаев. Борисполтепе јашајиш јерини Илк Туни доврү табэгсинде де тавыжыш бо ан одан ма мулати Иаггинда . . . . . 71

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

Н. А. Рустамов. О матрице рассеяния и адiabатических инвариантах системы линейных осцилляторов с точкой поворота . . . . . 3

Кибернетика

А. Б. Аскеров, Г. Р. Аванесян, Б. С. Алиев. Синтез одного подкласса псевдослучайных последовательностей . . . . . 8

Энергетика

Э. А. Алиев. Оценка управляемости и наблюдаемости электроэнергетической системы в переходных режимах . . . . . 12

Физика полупроводников

М. А. Алджанов, акад. М. И. Алиев, Н. Г. Гусейнов. Теплопроводность сульфида галлия и таллия . . . . . 17  
 Р. Б. Шафизаде, Ф. И. Алиев, Д. И. Исмаилов. Электронографическое исследование пленок TTe, полученных вакуумным осаждением . . . . . 21

Физика

К. А. Рустамов, Н. А. Рустамов. О нелинейной алгебре, связанно с моделью Латтинджера . . . . . 24

Физика полупроводников

Ф. М. Гашимаде, А. Т., Гаджиев, Н. Б. Мустафаев, В. Я. Штейншрайбер. Диэлектрическая проницаемость тонких пленок висмута . . . . . 28

Органическая химия

Б. Ю. Трифель, А. А. Бунияззаде, К. С. Шихалиев, Ф. В. Мамедов. О роли кислородсодержащих групп макромолекул в процессах модификации . . . . . 31  
 Р. А. Султанов, Г. Г. Абасова, Р. А. Джалилов. Силоксансодержащие оксиды . . . . . 35

Физическая химия

О. Н. Новрузов, А. Д. Кулиев, М. М. Сеидраева, М. И. Рустамов. Магнитные свойства нанесенных на оксиды алюминия и магния кристаллов NiO . . . . . 39

Геофизика

Ш. А. Ахмедов, Ф. М. Гаджи-заде. Определение спектрального ослабления по интегральной прозрачности атмосферы . . . . . 42

Химическая технология

Н. М. Алиев, Ф. В. Алиев, В. М. Торговицкая. Исследование гидравлического сопротивления слоя гранулированного катализатора . . . . . 45



Указание к тексту

Г. П. Афанасьев, А. А. Зверев, Ф. М. Мухоморов, Р. М. Шенников. К вопросу о распространении мезокариальных форм в фауне Туркменистана. 49

Млекопитающие

А. Р. Сабиров. Изменения состава фауны млекопитающих Туркменистана в зависимости от географического положения. 53

Птицы

А. А. Назаров, Б. С. Мухоморов, Г. А. Ковалев. Ареалы распространения некоторых видов птиц в Туркменистане. 58

Земноводные

С. Г. Сулейманов. Состав фауны земноводных Туркменистана (Fringilla caerulea L.) на Кавказе и в Туркменистане. 62

Систематика растений

А. М. Ахмедов, Ф. А. Давидов. Новые находки растений семейства гречишных, флюгелиевых и зарибиновых в Туркменистане. 67

С. Г. Мухоморов. Новые находки растений рода Euphorbia L. в Туркменистане. 69

Аннотации

А. А. Мухоморов. О некоторых новых находках растений семейства гречишных в Туркменистане. 71

СССР



70 гэн.  
коп.

Индекс  
76355