

11-168

43.2

Азәрбајчан ССР  
Елмләр Академијасы  
Академия наук  
Азербайджанской ССР

ISSN 0002-3078

# МӘ'РУЗӘЛӘР ДОКЛАДЫ

ЧИЛД  
XLIII  
ТОМ



1987

11725

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 представляемых статей.

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 в установленном решении 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.

Статьи, присланные без соблюдения этих правил, к рассмотрению не принимаются.

1. Статьи, направляемые в редакцию, должны иметь представление члена АН СССР или академика АН Азерб. ССР, если оно требуется (см. выше).

Статьи с просьбой направить их на представление редакцией не принимаются.

2. Статья публикуется по мере поступления. Единственным поводом для внеочередной публикации является исключительная важность сообщения и соображения приоритета. Для этого необходимо специальное решение редколлегии.

3. Как правило, редакция направляет представленные статьи на рецензию.

4. «Доклады» помещают не более трех статей одного автора в год. Это правило не распространяется на членов АН СССР, академиков Академии наук Азерб. ССР.

5. Авторы должны определить раздел, в который следует поместить статью, а также дать индекс статьи по Универсальной десятичной классификации (УДК). К статье прилагается отпечатанный на машинке реферат в двух экземплярах, предназначенный для передачи в один из реферативных журналов ВИНТИ.

6. В конце статьи нужно указать полное название учреждения, в котором выполнено исследование, фамилии всех авторов а также полный почтовый адрес и номер телефона (служебный и домашний) каждого соавтора.

Кроме того, авторский коллектив должен указать лицо, с которым редакция будет вести переговоры и переписку.

7. Возвращение рукописи автору на доработку не означает, что статья принята к печати. После получения доработанного текста рукопись вновь рассматривается редколлекцией. Доработанный текст автор должен вернуть вместе с первоначальным экземпляром статьи, а также ответом на все замечания. Датой поступления считается день получения редакцией окончательного варианта статьи.

8. В «Докладах» публикуются статьи, занимающие не более  $\frac{1}{4}$  авторского листа (6 страниц машинописи). В этот объем входят текст, таблицы, библиография (не больше 15 источников) и рисунки, число которых не должно превышать четырех, включая и обозначения «а», «б» и т. д. в том числе наклейки на мелованной бумаге. Наклейки даются только для микрофотографий большого увеличения. Штриховые рисунки (карты, схемы и т. п.) на наклейках не печатаются, а даются на кальке. Текст и графический материал представляются в двух экземплярах. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и графиках недопустимо. Рисунки должны быть выполнены четко, в формате, обеспечивающем ясность передачи всех деталей фотографии представляются на глянцевой бумаге. Подписи к рисункам должны быть напечатаны в 2-х экземплярах через два интервала на отдельной странице. На обороте рисунков мягким карандашом указываются фамилии авторов, название статьи и номер рисунка.

(Продолжение на третьей странице обложки)

# МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XLIII ЧИЛД

№ 2

«ЕЛМ» НƏШРИЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭЛМ»

БАКЫ — 1987 — БАКУ



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. Сендов (зам. главного редактора), М. А. Усейнов,  
Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

© Издательство «Элм», 1987 г.

Адрес: г. Баку, Коммунистическая, 10. Редакция «Известий Академии наук  
Азербайджанской ССР»

УДК 517.95

МАТЕМАТИКА

Ю. А. МАМЕДОВ

### РЕШЕНИЕ ОДНОЙ СМЕШАННОЙ ЗАДАЧИ ИЗ ВЯЗКО-УПРУГОСТИ

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

В настоящей заметке решается смешанная задача

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left( \frac{\partial u}{\partial t} + u \right), \quad 0 \leq x < 1, t > 0, \quad (1)$$

$$u(0, t) = u(1, t) = 0, \quad t \geq 0, \quad (2)$$

$$\left. \frac{\partial^k u}{\partial t^k} \right|_{t=0} = \varphi_k(x) \quad (\kappa = 0, 1), \quad 0 \leq x \leq 1, \quad (3)$$

характерная тем, что решение соответствующей спектральной задачи имеет счетное множество изолированных особых точек, для которого наряду с бесконечно удаленной, существуют и конечные предельные точки. Это исключает возможность непосредственного применения вычетного метода [1] к решению данной задачи. Здесь дается некоторый подход преодоления трудностей, возникающих в связи с вышеуказанным обстоятельством, который применим и к более общим задачам подобного рода.

Определение. Классическим решением задачи (1)–(3) назовем функцию  $u(x, t)$ , непрерывную в области  $\{0 \leq x \leq 1, t \geq 0\}$ , имеющую непрерывные производные  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ ,  $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$ ,  $\frac{\partial^3 u}{\partial t \partial x^2}$  в  $\{0 \leq x < 1, t > 0\}$  и удовлетворяющую всем равенствам (1)–(3) в обычном смысле. Спектральной, назовем задачу

$$\lambda^2 y'' - (\lambda^2 - 1)^2 y = -\varphi_1(x) - (\lambda^2 - 1)\varphi_0(x) + \dot{\varphi}_0(x) \quad (4)$$

$$y(0, \lambda) = y(1, \lambda) = 0, \quad (5)$$

получаемую из (1)–(3) формальным применением интегрального преобразования

$$\int_0^\infty \exp[-(\lambda^2 - 1)t] u(x, t) dt = y(x, \lambda).$$

Очевидно, что функции

$$y_\kappa(x, \lambda) = \begin{cases} \frac{1}{2} \left( \lambda - \frac{1}{\lambda} \right)^{1-\kappa} \left[ \exp\left( \lambda - \frac{1}{\lambda} \right) x + \right. \\ \left. + (-1)^{\kappa-1} \exp\left( \frac{1}{\lambda} - \lambda \right) x \right] & \text{при } \lambda \neq \pm 1, \\ x^{\kappa-1} & \text{при } \lambda = \pm 1, \quad (\kappa = 1, 2) \end{cases} \quad (6)$$

составляют нормальную фундаментальную систему частных решений однородного уравнения соответствующего (4), которые аналитичны по  $\lambda$  на всей комплексной плоскости за исключением точек  $\lambda = 0, \infty$ , являющихся для них существенными особыми точками.

Примем обозначения:

$$\gamma = \{\lambda: \lambda = 0, \lambda = \infty, y_2(1, \lambda) = 0\},$$

$$\Omega(\lambda_0, \alpha, \beta) = \{\lambda: \alpha \leq |\lambda - \lambda_0| < \beta\}, \quad \Omega(\lambda_0, \alpha) = \{\lambda: |\lambda - \lambda_0| = \alpha\},$$

где  $\lambda_0, \alpha, \beta$  соответственно комплексное и действительные числа, причем  $0 < \alpha < \beta < \infty$ . Легко видеть, что при  $\lambda \in \gamma$  задача (4), (5) имеет единственное решение, аналитическое по  $\lambda \in \Omega(0, 0, \infty) \setminus \gamma$  представимое формулой:

$$y(x, \lambda) = \int_0^1 G(x, \xi, \lambda) \Phi[\varphi_0(\xi), \varphi_1(\xi), \lambda] d\xi,$$

где  $G(x, \xi, \lambda) = \Delta(x, \xi, \lambda) / \Delta(\lambda)$  — функция Грина этой задачи,

$$\Delta(\lambda) = y_2(1, \lambda), \quad \Phi[\varphi_0(x), \varphi_1(x), \lambda] = \varphi_0'(x) - (\lambda^2 - 1)\varphi_0(x) - \varphi_1(x),$$

$$\Delta(x, \xi, \lambda) = \begin{vmatrix} g(x, \xi, \lambda) & y_1(x, \lambda) & y_2(x, \lambda) \\ g(0, \xi, \lambda) & 1 & 0 \\ g(1, \xi, \lambda) & y_1(1, \lambda) & y_2(1, \lambda) \end{vmatrix}, \quad (7)$$

$$g(x, \xi, \lambda) = \pm \frac{1}{2\lambda^2} [y_1(\xi, \lambda)y_2(x, \lambda) - y_1(x, \lambda)y_2(\xi, \lambda)], \quad (8)$$

и в последней формуле берется знак „+“ при  $0 \leq \xi \leq x < 1$ , „-“ при  $0 \leq x < \xi \leq 1$ .

Из формулы (6) следует, что уравнение  $\Delta(\lambda) \equiv y_2(1, \lambda) = 0$  имеет две серии корней  $\{\lambda_{k1}\}, \{\lambda_{k2}\}$ , для которых справедливы асимптотические представления:

$$\lambda_{kj} = (k\pi i)^{2-2j} \left[ (-1)^{j-1} + O\left(\frac{1}{k^2}\right) \right] \quad (j = 1, 2; |k| \rightarrow \infty).$$

Следовательно, точки  $\lambda = 0$  и  $\lambda = \infty$  являются предельными для множества  $\gamma$ . Пусть  $r > 0$  такое, что  $|\lambda_{kj}| \neq r$  ( $j = 1, 2; k = 0, \pm 1, \dots$ ). Обозначим:

$$\{\lambda_k^{(r)}\} = \{\lambda_{k1}, \lambda_{k2}\} \cap \Omega(0, r, \infty).$$

Очевидно, существует  $\delta > 0$  такое, что для любых  $k \neq m$  имеем:

$$\Omega(\lambda_k^{(r)}, 0, 2\delta) \cap \Omega(\lambda_m^{(r)}, 0, 2\delta) = \emptyset, \quad \Omega(\lambda_k^{(r)}, 0, 2\delta) \cap \Omega(0, r, r+2\delta) = \emptyset.$$

Пользуясь формулами (6), (7), (8) находим:

$$G(x, \xi, \lambda) = -(2\lambda^3)^{-1} [\exp(-\lambda|x-\xi|)[1] - \exp(-\lambda(x+\xi))[1] - \exp(-\lambda(2-x-\xi))[1] + \exp(-\lambda(2-x+\xi))[1] + \exp(-\lambda(2+x-\xi))[1]], \quad (9)$$

$$(|\lambda| \rightarrow \infty, \lambda \in \Omega(0, r, \infty) \setminus \bigcup_k \Omega(\lambda_k^{(r)}, 0, \delta), \operatorname{Re} \lambda \geq 0)$$

$$G(x, \xi, \lambda) = (2\lambda^3)^{-1} [\exp(\lambda|x-\xi|)[1] - \exp(\lambda(x+\xi))[1] - \exp(\lambda(2-x-\xi))[1] + \exp(\lambda(2-x+\xi))[1] + \exp(\lambda(2+x-\xi))[1]], \quad (10)$$

$$(|\lambda| \rightarrow \infty, \lambda \in \Omega(0, r, \infty) \setminus \bigcup_k \Omega(\lambda_k^{(r)}, 0, \delta), \operatorname{Re} \lambda < 0)$$

где  $[1] = 1 + \lambda^{-1}E(x, \xi, \lambda)$ ,  $E(x, \xi, \lambda)$  — непрерывно по  $x, \xi \in [0, 1]$  и ограничено. Отметим также следующие очевидные факты, вытекающие из формул (6), (7), (8):

$$y_k\left(x, \frac{1}{\lambda}\right) \equiv y_k(x, \lambda), \quad (k = 1, 2), \quad \Delta\left(\frac{1}{\lambda}\right) \equiv \Delta(\lambda)$$

при  $x \in [0, 1], \lambda \in \Omega(0, 0, \infty) \setminus \{0\}$ ,

$$G\left(x, \xi, \frac{1}{\lambda}\right) \equiv \lambda^4 G(x, \xi, \lambda) \quad \text{при } x, \xi \in [0, 1], \lambda \in \Omega(0, 0, \infty) \setminus \gamma. \quad (11)$$

С помощью асимптотических представлений (9), (10) доказывается Теорема 1. Пусть  $\varphi_0(x), \varphi_1(x) \in L_2(0, 1)$  и  $\varphi_0(0) = \varphi_0(1) = 0$ .

Тогда

$$\lim_{\nu \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi i} \int_{\Omega(0, r_\nu)} \lambda(\lambda^2 - 1)^s d\lambda \int_0^1 G(x, \xi, \lambda) \Phi[\varphi_0(\xi), \varphi_1(\xi), \lambda] d\xi = \varphi_s(x), \quad (s = 0, 1), \quad (12)$$

где  $r_\nu = \frac{\pi}{2}(2\nu + 1)$ , предел по  $\nu$  понимается в смысле метрики  $L_2(0, 1)$ .

При условиях этой теоремы нетрудно также доказать равенства:

$$\lim_{\nu \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi i} \int_{\Omega(0, r_\nu)} \lambda^{1-2s} (1 - \lambda^2)^s d\lambda \int_0^1 G(x, \xi, \lambda) \Phi[\varphi_0(\xi), \varphi_1(\xi), \lambda^{-1}] d\xi = 0, \quad (s = 0, 1).$$

Эти равенства и формулы (11), (12) позволяют доказать справедливость следующего утверждения:

Теорема 2. При условиях предыдущей теоремы имеет место формула разложения:

$$\varphi_s(x) = \sum_k \operatorname{res}_{\lambda_k^{(r)}} \lambda(\lambda^2 - 1)^s \int_0^1 G(x, \xi, \lambda) \Phi[\varphi_0(\xi), \varphi_1(\xi), \lambda] d\xi - \sum_\nu \operatorname{res}_{\lambda_\nu^{(1/r)}} \lambda^{1-2s} (1 - \lambda^2)^s \int_0^1 G(x, \xi, \lambda) \Phi[\varphi_0(\xi), \varphi_1(\xi), \lambda^{-1}] d\xi, \quad (s = 0, 1), \quad (13)$$

где суммы по  $k$  и по  $\nu$  распространяются по всем элементам последовательностей  $\{\lambda_k^{(r)}\}, \{\lambda_\nu^{(1/r)}\}$ , а сходимость их понимается в смысле метрики  $L_2(0, 1)$ .

Теперь приступим к доказательству существования и единственности решения задачи (1)–(3). Сначала докажем единственность. Предположим, что  $u(x, t)$  является решением задачи (1)–(3). Тогда имеет место тождество вида (1), из которого нетрудно перейти к тождествам:

$$u(x, t) = \left[ \frac{\partial}{\partial t} - \omega_j(\lambda) \right] \omega_j(x, t, \lambda), \quad (j = 1, 2), \quad (14)$$

где

$$\omega_j(\lambda) = \lambda^{2(3-2j)} - 1, \quad (j = 1, 2),$$

$$\omega_j(x, t, \lambda) = \left[ \frac{\partial}{\partial t} \omega_j(\lambda) \right] \int_0^1 G(x, \xi, \lambda^{3-2j}) u(\xi, t) d\xi -$$

$$- \int_0^1 G(x, \xi, \lambda^{3-2j}) \frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2} d\xi, \quad (j = 1, 2). \quad (15)$$

Умножая обе части (14) на  $\exp[-\omega_j(\lambda)t]$  и интегрируя от 0 до  $t$ , получим:

$$\omega_j(x, t, \lambda) = \omega_j(x, 0, \lambda) \exp[\omega_j(\lambda)t] + \int_0^t \exp[\omega_j(\lambda)(t-\tau)] u(x, \tau) d\tau, \quad (j = 1, 2),$$

откуда с учетом (15) приходим к тождествам:

$$\begin{aligned} \sum_{\kappa} \operatorname{res}_{\lambda(r^{3-2j})} \lambda^{5-4j} \int_0^1 G(x, \xi, \lambda^{3-2j}) \Phi \left[ u(\xi, t), \frac{\partial u(\xi, t)}{\partial t}, \lambda^{3-2j} \right] d\xi = \\ = \sum_{\kappa} \operatorname{res}_{\lambda(r^{3-2j})} \lambda^{5-4j} \exp[\omega_j(\lambda)t] \times \\ \times \int_0^1 G(x, \xi, \lambda^{3-2j}) \Phi[\varphi_0(\xi), \varphi_1(\xi), \lambda^{3-2j}] d\xi, \quad (j = 1, 2). \end{aligned}$$

Вычитая второе из этих тождеств из первого и пользуясь формулами (13), (11) находим:

$$\begin{aligned} u(x, t) = \sum_{\kappa} \operatorname{res}_{\lambda(r)} \lambda \exp[(\lambda^2 - 1)t] \int_0^1 G(x, \xi, \lambda) \Phi[\varphi_0(\xi), \varphi_1(\xi), \lambda] d\xi - \\ - \sum_{\kappa} \operatorname{res}_{\lambda(1/r)} \lambda \exp[(\lambda^{-2} - 1)t] \int_0^1 G(x, \xi, \lambda) \Phi[\varphi_0(\xi), \varphi_1(\xi), \lambda^{-1}] d\xi. \quad (16) \end{aligned}$$

Итак доказана

**Теорема 3.** Если задача (1)–(3) имеет решение  $u(x, t)$  такое, что  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \frac{\partial u}{\partial t} \in L_2(0, 1)$ , то оно единственно и представимо в виде (16).

Наконец, путем исследования равномерной сходимости рядов по  $\kappa$  и по  $\nu$ , фигурирующих в правой части формулы (16) и рядов для  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \frac{\partial^2 u}{\partial t \partial x^2}$  получаемых из (16) формальным дифференцированием под знаком сумм, может быть доказана

**Теорема 4.** Если  $\frac{d^{2\kappa} \varphi_s(x)}{dx^{2\kappa}} \in C[0, 1] (\kappa = \overline{0, 2-s}; s = 0, 1)$  и

$\varphi_s(0) = \varphi_s(1) = \dot{\varphi}_0(0) = \dot{\varphi}_0(1) = 0 (s = 0, 1)$ , то задача (1)–(3) имеет единственное классическое решение  $u(x, t)$ , которое представимо в виде (16).

#### Литература

1. Расулов М. Л. Метод контурного интеграла. — М.: Наука, 1964.

#### ӨЗЛҮ-ЕЛАСТИКЛИК НЭЗЭРИЛЖЭСИНДЭН БИР ГАРЫШЫГ МЭСЭЛЭНИН ҺЭЛЛИ

Мәгаләдә чыгырлар үсулу илә (1)–(3) гарышыг мәсәләнин классик һәллинин варлыгы вә јекәнәлији исбат олунур. Кафи гәдәр кеңиш синифдән олан функцијаларын үјгун спектрал мәсәләнин һәллинин чыгырлары үзрә сыраја әјрылышы көстәрилир. Бу спектрал мәсәлә онула характерикдир ки, онун мәхсуси әдәдләр чоһлуғунун сонсуз узаглашымыш һөггәдән башга, сонлу лимит һөггәси дә вардыр.

Yu. A. Mamedov

#### THE SOLUTION OF SOME MIXED PROBLEM FROM THE THEORY OF VISCOELASTICITY

Existence and uniqueness of classical solution of the mixed problem (1)–(3) are proved. We obtain the series of expansion formula for arbitrary function from sufficient large class on deductions of solution of corresponding spectral problem, characterized by the property that the set of eigenvalues has both infinite distant and finite limit points.

НГУЕН КОНГ ХОМЭ

ЛИНЕЙНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ИГРА МНОГИХ ЛИЦ  
С ОБЩИМИ ИНТЕГРАЛЬНЫМИ ОГРАНИЧЕНИЯМИ

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

1. В [1-6] рассматриваются линейные дифференциальные игры преследования с интегральными ограничениями на управления игроков в  $L_1, L_2$ . В (3) рассматривается более широкий класс игр с одним преследователем, в которых управление преследователя принадлежит подмножеству класса Орлица (см. [7]), а управление убегающего принадлежит подмножеству более общего класса измеримых функций. В настоящей статье этот результат развигается на случай группового преследования.

Рассмотрим задачу преследования

$$\dot{z}_i = A_i z_i + B_i u - C_i v, \quad (1)$$

где  $i = 1, 2, \dots, m$ ,  $z_i$  —  $n$ -мерный вектор из евклидова пространства  $R^n$ ,  $A_i$  — матрицы размерности  $n \times n$ ,  $u$  и  $v$  — управляющие векторы, соответственно, принадлежащие евклидовым пространствам  $R^p, R^q$ ;  $B_i, C_i$  — прямоугольные матрицы размерностей  $n \times p, n \times q$ .

Управляющие векторы  $u, \dots, u_m$  находятся в распоряжении преследователя, управляющий вектор  $v$  находится в распоряжении убегающего. В  $R^n$  заданы некоторые терминальные множества  $D_i, i = 1, 2, \dots, m$ , являющиеся линейными подпространствами  $R^n$ . Преследование считается в момент  $t=0$  из положения  $z_0 = (z_{01}, z_{02}, \dots, z_{0m}) \in D_i, i = 1, 2, \dots, m$ , и считается законченным в тот момент  $T > 0$ , когда впервые выполнено включение  $z_i(T) \in D_i$ , хотя бы для одного индекса  $i, 1 < i < m$ .

Предполагается, что преследователи в каждый момент  $t$  знают фазовые положения  $z(t) = (z_1(t), \dots, z_m(t))$  и управление убегающего  $v(t), 0 \leq t \leq T$ . Управления  $u_i(t), v(t)$  выбираются в классе измеримых векторных функций, удовлетворяющих ограничениям

$$\int_0^T M_i(\|u_i(s)\|) ds \leq \rho_i, \quad (2)$$

$$\int_0^T \Phi(\|v(s)\|) ds \leq \sigma, \quad (3)$$

где  $i = 1, 2, \dots, m$ ,  $M_i(x)$  —  $N$ -функции, определенные на  $(-\infty, +\infty)$  (см. [7]).

Обозначим через  $E_i, i = 1, 2, \dots, m$ , ортогональные дополнения, соответственно, к  $D_i$  в  $R^n$  и буквой  $\pi_i$  — оператор ортогонального проектирования из  $R^n$  на  $E_i$ . Целью преследователей является равенство  $\pi_i z_i(T) = 0$  для некоторого  $i, 1 \leq i < m$ .

2. Теорему об окончании игры мы будем доказывать при выполнении следующих предположений.

Предположение 1. Справедливы следующие факторизации

$$\pi_i \exp(rA_i) \cdot C_i = \pi_i \exp(rA_i) \cdot B_i F_i(r)$$

для всех  $r > 0, i = 1, 2, \dots, m$ , где  $F_i(r)$  — линейный оператор, отображающий пространство  $R^q$  в  $R^p$ , непрерывно зависящий от  $r$  при всех  $r \geq 0$ .

Предположение 2. Существуют числа  $x_{0i} \geq 0, i = 1, 2, \dots, m$ , такие, что при  $x_1 \geq x_{01}$  выполняются  $M_1(x_1) \leq a_1 \Phi(x_1), M_1(l_1 x_1) \leq \kappa_{11}(l_1) M_1(x_1), \Phi(l_1 x_1) \leq \kappa_2(l_1) \Phi(x_1)$ , и при всех  $x \geq 0$  выполняется  $x \leq b(1 + \Phi(x))$ , где  $a_1, b$  — положительные константы,  $\kappa_{11}(l), \kappa_2(l)$  — положительные константы, зависящие от  $l$ .

Замечание. В соответствии с терминологией книги [7] из предположения 2 следует, что  $N$ -функции  $M_i(x), i = 1, 2, \dots, m$ , удовлетворяют  $\Delta_2$ -условию.

Предположение 3. Существуют такие числа  $\delta_{0i} > 0, i = 1, 2, \dots, m$ , и такие функции  $g_i(\delta_i)$ , определенные на отрезках  $[0, \delta_0]$ , что при всех  $x \geq 0, M_i((1 + \delta_i)x) - M_i(x) \leq g_i(\delta_i)(M_i(x) + 1)$ , причем  $g_i(\delta_i) \rightarrow 0$  при  $\delta_i \rightarrow 0$ .

Пусть  $t_1, t_2, \dots, t_m$  есть некоторая последовательность чисел, удовлетворяющих условию

$$0 = t_0 < t_1 < t_2 < \dots < t_m < +\infty \quad (4)$$

Введем в рассмотрение функции

$$\alpha_i(t, t_{i-1}) = \sup \int_{t_{i-1}}^t M_i(\|F_i(r)v(r)\|) dr,$$

$$\int_{t_{i-1}}^t \Phi(\|v(s)\|) ds \leq \sigma_i$$

где  $i = 1, 2, \dots, m, \sigma_i > 0, \sum_{i=1}^m \sigma_i \leq \sigma, \quad (5)$

$$\gamma_i(t) = \begin{cases} 0, & 0 < t < t_{i-1}, \\ \alpha_i(t, t_{i-1}), & t_{i-1} \leq t < t_i, \\ \alpha_i(t_i, t_{i-1}), & t_i \leq t, \end{cases} \quad \gamma(t) = \sum_{i=1}^m \gamma_i(t).$$

Предположение 4. Справедливо неравенство

$$\sup_{0 < t < +\infty} \gamma(t) < \rho_1 + \rho_2 + \dots + \rho_m \quad (6)$$

для любой последовательности (4) и любого набора (5).

Из (6) следует, что существуют числа  $\varepsilon$  такие, что  $0 < \varepsilon < \rho_1$ ,

$\gamma(t) \leq \sum_{i=1}^m (\rho_i - \varepsilon)$  для всех  $t \geq 0$ . При таких  $\varepsilon$  рассмотрим множество  $\rho_1$ -мерных векторов

$$G_i(t, t_{i-1}) = \left\{ \int_{t_{i-1}}^t \pi_i \exp[(t-s)A_i] \cdot B_i w_i(s) ds : \int_{t_{i-1}}^t M_i(w_i(s)) ds \leq \varepsilon \right\},$$

$i = 1, 2, \dots, m$ . Нетрудно доказать, что при каждом значении  $t > t_{i-1}$  множество  $G_i(t, t_{i-1})$  является выпуклым компактом и оно зависит от  $t$  полунепрерывно сверху относительно включения справа.

Пусть  $\bar{v}(t)$  — произвольная измеримая  $q$ -мерная векторная функция, заданная на  $[0, +\infty)$  и удовлетворяющая (3).

Предположим, что последовательно выполнены включения

$$\pi_i \exp[(T_i - t_{i-1})A_i] z_i(t_{i-1}) \in G_i(T_i, t_{i-1}) \quad (7)$$

впервые для некоторых  $T_i > t_{i-1}$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ , где последовательность моментов  $\{t_i\}$  определяется последовательно равенствами

$$t_i = \inf_{t_{i-1} < t < T_i} \left\{ t : \int_{t_{i-1}}^t M_i(\|F_i(s)\bar{v}(s)\|) ds = \rho_i - \varepsilon \right\}.$$

В качестве чисел  $\sigma_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ , возьмем  $\int_{t_{i-1}}^t \Phi(\|\bar{v}(s)\|) ds$ .

**Теорема 1.** Пусть выполнены предположения 1—4 и включения (7) для всех  $i = 1, 2, \dots, m$ . Тогда игру (1—3) из начального положения  $z_0$  можно закончить за время  $T = T_m$ .

Заметим, что при доказательстве этой теоремы управления преследователей на отрезке  $[0, T_m]$  конструируются с помощью следующих равенств:

$$u_i(t) = \begin{cases} 0, & t \in [0, T_m] \setminus [t_{i-1}, t_i], \\ w_i(t) + F_i(T_i - t)\bar{v}(t), & t \in [t_{i-1}, t_i], \end{cases}$$

где  $w_i(t)$  — некоторая  $p_i$ -мерная измеримая векторная функция, значения которой принадлежат множеству  $G_i(t, t_{i-1})$ .

**Замечание.** Предположения 2,3 выполняются, например, при  $M_i(x) = \|x\|^{\lambda_{i1}}$ ,  $\Phi(x) = \|x\|^{\lambda_{i2}}$ , где  $\lambda_{i1} > 1$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ , и  $\lambda_{i2} \geq \max_{1 \leq l < m} \lambda_{il}$ .

Следующая теорема посвящена случаю, когда  $\lambda_{i1} = \lambda_{i2} = \dots = \lambda_{im} = \lambda_{i2} = 2$ , т.е. когда управления принадлежат  $L_2$ .

3. Рассмотрим систему (1) с ограничениями

$$\int_0^{+\infty} \|u_i(s)\|^2 ds < \rho_i^2, \quad \int_0^{+\infty} \|v(s)\|^2 ds \leq \sigma^2. \quad (8)$$

Введем в рассмотрение функции

$$\beta_i^2(t, t_{i-1}) = \sup \int_{t_{i-1}}^t \|F_i(s)v(s)\|^2 ds.$$

$$\int_{t_{i-1}}^t \|v(s)\|^2 ds < \sigma_i^2,$$

где  $i = 1, 2, \dots, m$ ,  $\sigma_i > 0$ ,  $\sigma_1^2 + \dots + \sigma_m^2 < \sigma^2$ , (9)

$$\chi_i(t) = \begin{cases} 0, & 0 \leq t < t_{i-1}, \\ \beta_i(t, t_{i-1}), & t_{i-1} \leq t < t_i, \\ \beta_i(t_i, t_{i-1}), & t_i \leq t, \end{cases} \quad \chi^2(t) = \sum_{i=1}^m \chi_i^2(t).$$

Предположение 5. Справедливо неравенство

$$\sup_{0 < t < +\infty} \chi^2(t) < \rho_1^2 + \rho_2^2 + \dots + \rho_m^2$$

для любой последовательности (4) и любого набора чисел (9).

Рассмотрим множества

$$G_i(t, t_{i-1}) = \left\{ \int_{t_{i-1}}^t \pi_i \exp[(t-s)A_i] \cdot B_i w(s) ds : \int_{t_{i-1}}^t \|w(s)\|^2 ds \leq \varepsilon^2 \right\},$$

где  $\varepsilon$  — число, удовлетворяющее требованиям:  $0 < \varepsilon < \rho_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ ,  $\chi^2(t) < (\rho_1 - \varepsilon)^2 + \dots + (\rho_m - \varepsilon)^2$  для всех  $t \geq 0$ .

**Теорема 2.** Пусть выполнены предположения 1,5 и следующие включения

$$\pi_i \exp[(T_i - t_{i-1})A_i] z_i(t_{i-1}) \in G_i(T_i, t_{i-1})$$

впервые для  $T_i > t_{i-1}$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ . Тогда игру (1) — (8) из начального положения  $z(0) = z_0$  можно закончить за время  $T = T_m$ .

Отметим, что если  $v(s)$  — произвольное заданное допустимое управление убегающего на  $(0, +\infty)$ , то последовательность моментов  $\{t_i\}$  определяется последовательно равенствами:

$$t_i = \inf_{t_{i-1} < t < T_i} \left\{ t : \int_{t_{i-1}}^t \|F_i(s)v(s)\|^2 ds = (\rho_i - \varepsilon)^2 \right\}.$$

Автор благодарит А. Я. Азимова за ценные советы и постоянное внимание к работе.

#### Литература

1. Понтрягин Л. С. — Матем. сб., 1980, т. 112, № 3, с. 307—330.
2. Никольский М. С. Управляемые системы. — Новосибирск, 1969, вып. 2, с. 49—59.
3. Никольский М. С. Дифф. уравнения, 1972, № 6, с. 964—971.
4. Азимов А. Я. — Изв. АН АзССР, 1976, № 3, с. 22—24.
5. Сагитов Н. Ю., Фазылов А. З., Хамдамов А. А. — Дифф. уравнения, 1984, № 8, с. 1388—1396.
6. Нгуен Конг Хоан. Труды республиканской школы-семинара молодых ученых по прикладной математике и кибернетике. — Баку, 1984.
7. Крассельский М. А., Рутицкий Я. Б. Выпуклые функции и пространства Орлича. — М.: Физматгиз, 1958.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 3. II 1986

Nguyen Cong Hoan

#### УМУМИ ИНТЕГРАЛ МЭЪДУДИЈЭТЛИ ЧОХОЈУНЧУЛУ ХЭТТИ ДИФФЕРЕНЦИАЛ ОЈУНЛАР

Мэгалэдэ бахылан мэсэлэжэ көрэ сонлу вахта ојуну гуртармаг үчүн садэ шэртлэр тапылмышдыр.

Nguyen Cong Hoan

#### LINEAR DIFFERENTIAL GAME OF MULTI-PLAYERS WITH GENERAL INTEGRAL RESTRICTIONS

The effective sufficient conditions for complete pursuit in finite time for game under consideration are obtained.

И. М. АЛИЕВ

## АЛГОРИТМ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ АВИАКОСМИЧЕСКИХ И НАЗЕМНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

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

В настоящее время задача повышения качества приборов и устройств, необходимых для создания авиакосмических и наземных информационно-измерительных систем при одновременном уровне затрат на их изготовление, является чрезвычайно актуальной.

Решение этой задачи приходится искать в новых условиях, характеризующихся следующими основными особенностями:

- 1) приборы должны устанавливаться у большого числа потребителей в самых различных условиях эксплуатации;
- 2) в основу технологического процесса выпуска приборов, как правило, закладывается групповая технология автоматического изготовления узлов и приборов методами микроэлектронной интегральной технологии;
- 3) наличие развитого парка ЭВМ и контрольных средств повышенного уровня автоматизации позволяет существенно расширить объем испытаний приборов при их аттестации.

С учетом указанных особенностей был разработан алгоритм управления качеством продукции приборостроения, охватывающий в комплексе этапы предпроектного обследования объектов, на которых будут устанавливаться приборы, собственно проектирования прибора, его изготовления, аттестации и распределения по потребителям. Алгоритм обеспечивает более близкое к оптимальному решению при одновременном снижении доли изделий, идущих в брак. Последнее обстоятельство обуславливает снижение себестоимости выпускаемой продукции. Побочным следствием использования предложенного алгоритма является повышение эффективности функционирования систем, комплектуемых новыми приборами.

В качестве примера реализации на рис. 1 приведена блок-схема алгоритма управления характеристиками датчиков, выпускаемых по микроэлектронной технологии. Однако этот алгоритм является универсальным, пригодным также и для любых других звеньев информационно-измерительных или управляющих систем, а при смене критерия эффективности — и для других изделий приборостроения.

В основу рассматриваемого алгоритма положен принцип минимизации основного критерия эффективности — погрешности датчика в эксплуатационных условиях, модель которой подробно рассмотрена в ли-

тературе (1,2). В соответствии с этой моделью основная погрешность датчика является функцией начальной лабораторной погрешности, аддитивных и мультипликативных чувствительностей прибора к влияющим факторам, мощностей (или дисперсий) влияющих факторов на платформах, где будут установлены эти приборы, коэффициента использования шкалы и дополнительной неучтенной погрешности, вводимой для компенсации принятых в других звеньях модели приближений и допущений. Смена модели практически не сказывается на структуре рассматриваемого алгоритма.

Поскольку алгоритм управления характеристиками датчиков описан на рис. 1 достаточно полно, можно ограничиться краткими комментариями к нему.

Исходным пунктом для решения задачи является перечень потребителей и имеющихся у них платформ для установки датчиков, которые требуется укомплектовать датчиками данных типов. Статистические исследования на этих платформах позволяют получить корректное описание условий эксплуатации датчиков на платформах, которое будет в дальнейшем использоваться на всех этапах проектных и поверочных расчетов погрешности. По литературным данным, а также на основании накопленного опыта эксплуатации аналогичных приборов, определяются чувствительности и начальная лабораторная погрешность датчиков.

После проведения проектного расчета и сравнения расчетной основной погрешности с допустимой возникает одна из двух возможных ситуаций: либо датчик удовлетворяет по погрешности требованиям данной платформы, и тогда можно санкционировать изготовление партии таких датчиков, либо это условие не выполняется, и разработчик датчика должен искать другие пути решения задачи, пользуясь возможностью анализировать составляющие расчетной основной погрешности. Этот анализ позволяет определить те составляющие, которые вносят наибольший вклад в основную погрешность, и в дальнейшем целенаправленно совершенствовать датчик, делая его малочувствительным к соответствующим влияющим факторам. Поскольку не всегда на этом пути может быть найдено удовлетворительное техническое решение, то просматривая также возможность улучшения условий эксплуатации датчика на платформе за счет подавления влияющих факторов.

Последним средством, которым располагает разработчик датчика, для снижения погрешности, является переход от измерения всего диапазона значений входного параметра одним датчиком, к измерению его рядом датчиков, номиналы которых возрастают по геометрической прогрессии. Как правило, это приводит к использованию или расширению стандартных рядов предпочтительных номиналов. Однако алгоритм предусматривает и такой случай, когда принимается решение о разработке «внесистемного» датчика — для исключительных условий его использования.

Существенным этапом в процессе решения задачи является индивидуальная аттестация каждого изготовленного датчика, позволяющая провести поверочный расчет основной погрешности каждого датчика для каждой платформы, где он может быть установлен. Эти данные являются базой для решения задачи оптимального распределения датчиков по платформам. Так как датчики в партии, естественно, имеют разброс по значениям чувствительности к влияющим факторам, то можно найти такое распределение их по платформам, при котором малой чувствительности к фактору будет соответствовать большая мощность



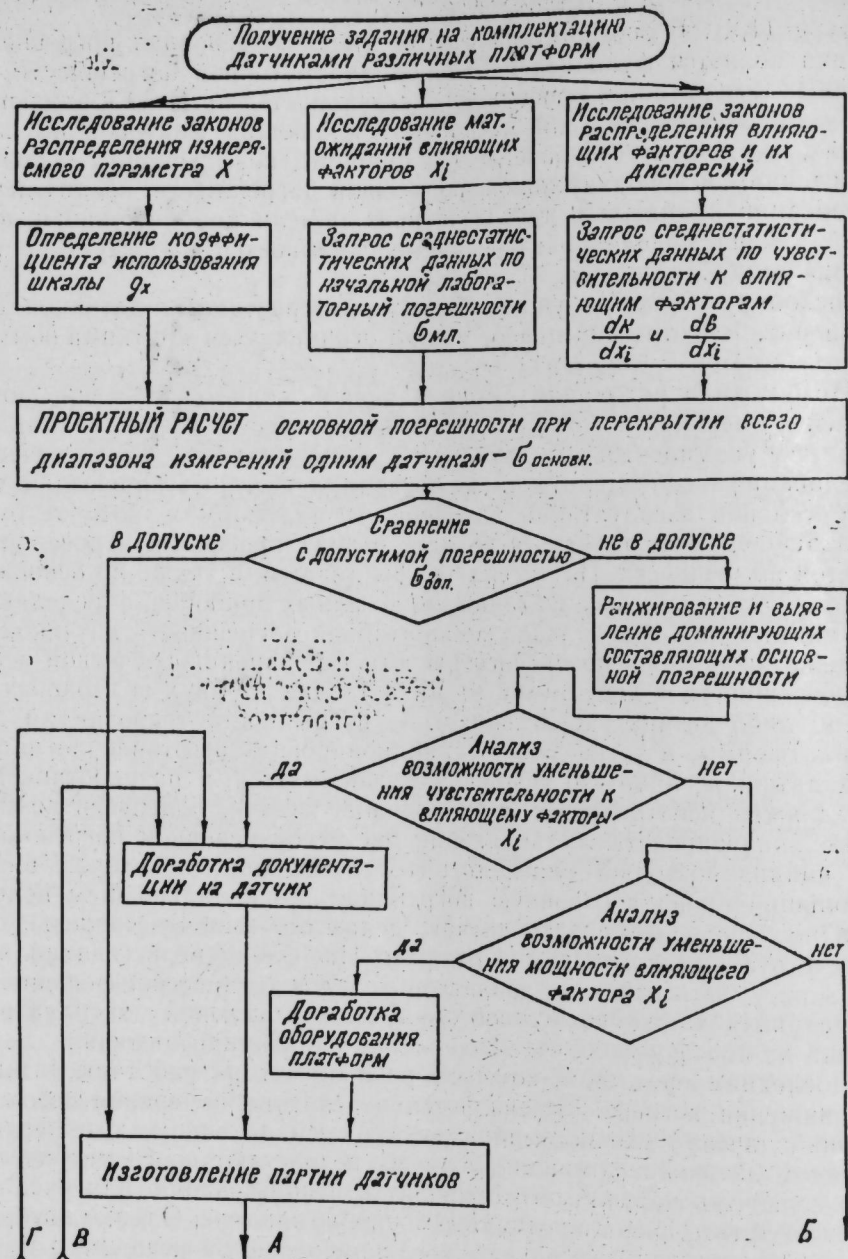
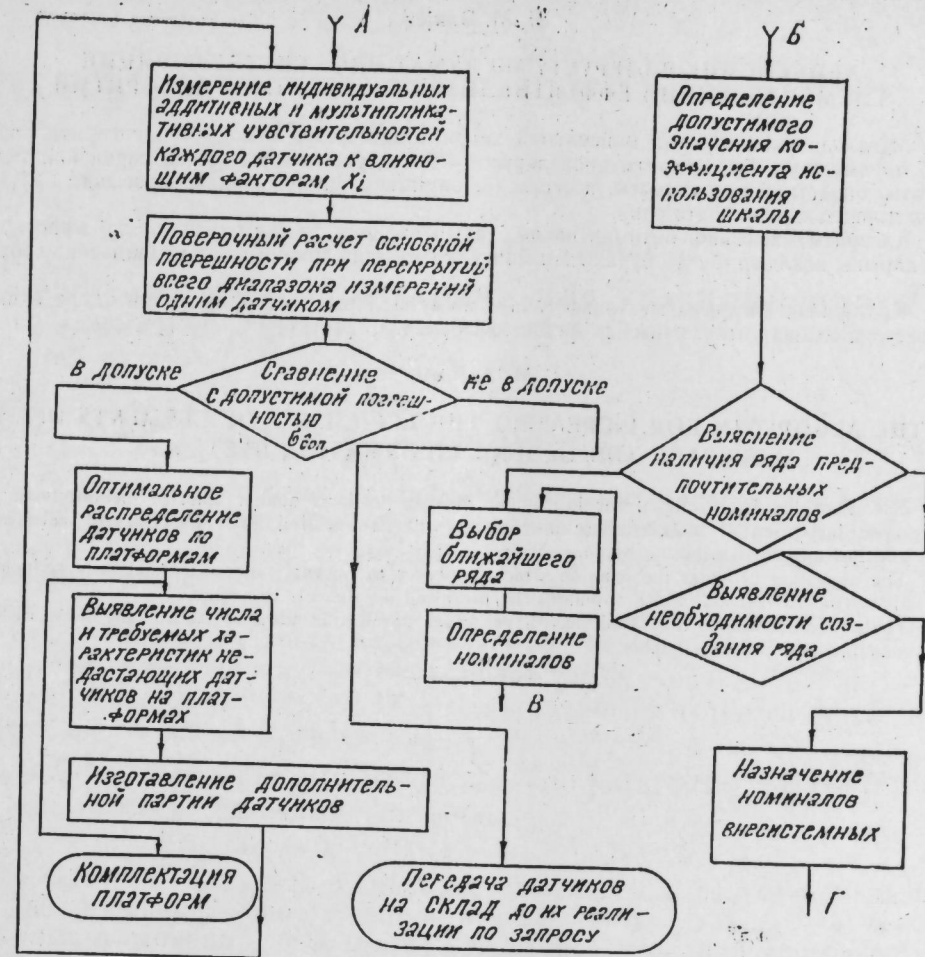


Рис. 1. Алгоритм управления характеристиками датчиков.

этого фактора на платформе и наоборот. Этот прием позволяет использовать и те датчики, которые раньше, при классическом допусковом контроле, должны были идти в брак.

После комплектации платформ всегда остается некоторое количество датчиков, не прошедших по критерию допустимой погрешности. Эти датчики передаются на склад для свободной реализации тем потребителям, которые считают достигнутый у этих датчиков уровень точности приемлемым для решения их конкретных задач.

Указанные мероприятия позволяют поднять рентабельность прибо-



роостроительного производства. Повышается качество выпускаемой продукции за счет совершенствования конструкций датчиков, отказа от нетехнологичных конструкций, стопроцентного контроля основных характеристик датчиков при аттестации. Одновременно повышается точность измерений у потребителей, так как оптимальное распределение датчиков по платформам, как правило, сопровождается снижением погрешности результатов измерений в полтора — два раза.

В заключение следует отметить, что приведенный алгоритм может иметь более широкую область применения — для управления качеством самых различных промышленных изделий, при условии проведения соответствующих исследований по принципам критерия их эффективности.

#### Литература

1. Проектирование датчиков для измерения механических величин. — М.: Машиностроение, 1979.
2. Алиев И. М. — ДАН АзССР, 1983, т. XXXIX, № 11, с. 43—47.

Научно-производственное объединение космических исследований АН Азербайджанской ССР

Поступило 11. IX 1985

АВИАКОСМИК ВӘ ЈЕРҮСТҮ МӘЛУМАТ-ӨЛЧҮ СИСТЕМЛӘРИНИН  
ЕЛЕМЕНТЛӘРИНИН ЕФФЕКТИВЛИЈИНИ ЈҮКСӘЛТМӘК АЛГОРИТМИ

Мәгаләдә чиһазгајырма мәһсулуһун кејфијјәтини идарә етмәк үчүн алгоритм тәр-  
тиб олуһмушдур. Бу алгоритм чиһазларын тәтбиғ олуһаһағлары объектләрин илк тәд-  
ғигаты, онларын һазырланмасы, аттестасија олуһмасы вә мүштәриләр арасында бөлүн-  
мәси мәрһәләләрини әһәтә едир.

Алгоритм мәсәләһни оптимал һәддә јаһын һәллиһи тәһмин етмәклә, зај мәһсулуһун  
һигдарыһы азалдыр, бу да бурахылан мәһсулуһун маја дәјәриһини ашағы дүһмәһинә сәбәб  
олур.

Көстәрилән алгоритм мүхтәлиф сәһәјә мәһсулатларын кејфијјәтиниһи идарә едил-  
мәси үчүн кениш тәтбиғ сәһәһинә малик ола биләр.

I. M. Aliyev

THE ALGORITHM FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF ELEMENTS OF  
AEROSPACE AND GROUND INFORMATION SYSTEMS

The algorithm is developed for instrument making products quality control, including stages  
of project inspection of objects where instruments will be installed, their manufacture, certifica-  
tion and instruments distribution by consumers.

The algorithm provides the solution which is nearer to optimal when simultaneously reducing  
defective products fraction, which stipulates the produced output cost reduction.

The above-mentioned algorithm may have wider application area to control the most differ-  
ent manufactured products quality.

УДК

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

А. Д. ИСКЕНДЕРОВ, Т. Б. ГАРДАШОВ

РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ КВАЗИЛИНЕЙНОГО  
УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В АВТОМОДЕЛЬНОМ  
РЕЖИМЕ

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

Автомодельные решения дифференциальных уравнений в практике  
широко используются для исследования нелинейных явлений. В рабо-  
тах [1—5] эти решения применены к определению нелинейных коэффи-  
циентов уравнения теплопроводности. В данной работе решены обрат-  
ные задачи по определению коэффициентов квазилинейных параболических  
уравнений, когда отыскиваемые коэффициенты зависят от  
решения уравнения или же от его производной.

Пусть  $D = \{x : x > 0\}$ ,  $\Omega = \{(x, t) : x > 0, t > 0\}$ . Рассмотрим про-  
цесс, описываемый уравнением

$$C_0(u_x) C(u) u_t = x^{-\kappa} (x^\kappa \lambda_0(u_x) \lambda(u) u_x)_x + d_0(u_x) d(u) + f(u), \quad (x, t) \in \Omega, \quad (1)$$

с начальным и граничным условиями

$$u(x, 0) = 0, \quad u(0, t) = f_0 t^m, \quad x > 0, t > 0, \quad (2)$$

где  $C_0(p) > 0$ ,  $\lambda_0(p) > 0$ ,  $d_0(p)$ ,  $C(u) > 0$ ,  $\lambda(u) > 0$ ,  $d(u)$ ,  $f(u) \leq 0$  — непре-  
рывные функции, определенные в  $(-\infty, +\infty)$ ,  $\kappa \geq 0$ ,  $f_0 > 0$ ,  $m$  — за-  
данные постоянные,  $u \equiv u(x, t)$ . Известно, что теплопроводность с  
учетом излучения тепла, процессы горения газа в соплах ракет [6],  
фильтрация неьютоновской жидкости в пористой среде [7] описы-  
ваются частными случаями уравнения (1). Под решением краевой  
задачи (1), (2) будем понимать обобщенное решение из  $W_2^{1,1}(\Omega)$  [8].

Ниже всюду предполагается выполнимость одного из следующих  
условий: А)  $m = 0$ ,  $f(u) = 0$ ,  $C_0(p) = c_0 p^r$ ,  $\lambda_0(p) = \lambda_0 p^r$ ,  $d_0(p) = d_0 p^{2+r}$ ,  
а  $C(u) > 0$ ,  $\lambda(u) > 0$ ,  $d(u)$  — любые непрерывные функции; В)  $m = 0.5$ ,  
 $C(u) = c_1 u^\sigma$ ,  $\lambda(u) = \lambda_1 u^\sigma$ ,  $d(u) = d_1 u^{\sigma-1}$ ,  $f(u) = f_1 u^{\sigma-1}$ , а  $C_0(p) > 0$ ,  
 $\lambda_0(p) > 0$ ,  $d_0(p)$  — любые непрерывные функции; С)  $m \neq 0$ ,  $m \neq 0.5$ ,  $C_0(p) =$   
 $= c_0 p^{r_0}$ ,  $\lambda_0(p) = \lambda_0 p^{r_1}$ ,  $d_0(p) = d_0 p^{r_2}$ ,  $C(u) = c_1 u^{\sigma_0}$ ,  $\lambda(u) = \lambda_1 u^{\sigma_1}$ ,  $d(u) = d_1 u^{\sigma_2}$ ,  
 $f(u) = f_1 u^{\sigma_3}$ , где  $c_1 > 0$ ,  $\lambda_1 > 0$ ,  $d_1, \sigma_i$ ,  $(i = 0, 1)$ ,  $f_1 \leq 0$ ,  $r, \sigma, \sigma_2, r_0$  —  
некоторые числа,  $r_1 = r_0 + m(\sigma_0 - \sigma_1)(m - 0.5)^{-1}$ ,  $r_2 = r_0[m - 1 +$   
 $+ m(\sigma_0 - \sigma_2)](m - 0.5)^{-1}$ ,  $\sigma_3 = \sigma_0 + 1 + m^{-1}[m - 0.5)r_0 - 1]$ .

Уравнение (1) при условии (2) допускает автомодельное решение  
вида  $u(x, t) = t^m v(z)$ , где  $z = xt^{-1/2}$ . При предположениях А) — С)  
функция  $v(z)$  удовлетворяет уравнению

$$C_0(v_z) C(v) [mv(z) - 0.5zv_z(z)] = z^{-\kappa} [z^\kappa \lambda_0(v_z) \lambda(v) v_z]_z +$$

$$+ d_0(v_z) d(v) + f(v) \quad z > 0, \quad (3)$$

и условиям

$$v(0) = f_0, \quad v(\infty) = 0. \quad (4)$$

Под решением задачи (3), (4) подразумевается обобщенное решение из  $W_2^1(D)$  [8]. Нас интересует решение обратной задачи об определении коэффициентов уравнения (1). Очевидно, что, если коэффициенты уравнения (1) неизвестны, то к системе (1), (2) необходимо присоединить дополнительные условия. В качестве таких условий можно задать  $u(x, 0) = \psi_0(x)$ , или  $u(\xi, t) = \psi_1(t)$  или же интеграл от функции  $u(x, t)$  по области  $(0, l)$ , который обозначим через  $\psi_2(t)$ . Здесь  $\theta > 0$ ,  $\xi > 0$ ,  $l > 0$  — заданные числа. Легко проверить, что заданием одной из функций  $\psi_0(x)$ ,  $\psi_1(t)$ ,  $\psi_2(t)$  функция  $v(z)$ , следовательно и функция  $u(x, t)$  однозначно определяются (см. также [4]). Для того, чтобы не рассматривать каждый из этих случаев в отдельности предположим, что задано автомодельное решение  $v(z)$  уравнения (1). Нетрудно перефразировать наложенные ниже на  $v(z)$  условия на функции  $\psi_0(x)$ ,  $\psi_1(t)$ ,  $\psi_2(t)$ . Незвестные коэффициенты ищутся в классе непрерывных и ограниченных функций,  $\lambda(u) > 0$ ,  $C(u) > 0$  и  $\lambda(u)$  — непрерывно-дифференцируема.

1°. Пусть выполнено условие А). Предположим, что 1)

$$\lim_{z \rightarrow \infty} z^k v_z^r(z) = 0; \quad 2) \text{ выражение } [\lambda_0 z^k v_z^{r+1}(z)]^{-1} \int_z^\infty [-0.5 c_0 C(v) +$$

$+ d_0 v_z d(v)] z^k v_z^{r+1} dz$  для любого  $z \in (0, \infty)$  является положительной, непрерывной и ограниченной функцией; 3) функция  $v(z)$  имеет непрерывно дифференцируемую обратную  $F(v)$ , определенную на  $(0, f_0]$ , с областью значения на  $(0, \infty)$ . Тогда для отыскиваемой функции  $\lambda(v)$  справедливо выражение

$$\lambda(v) = [\lambda_0 F^k(v)]^{-1} F_v^{r+1}(v) \int_0^v [0.5 c_0 F(s) C(s) + d_0 d(s) F_s^{-1}(s)] F^k(s) F_s^{-r}(s) ds. \quad (5)$$

При этом  $\lambda(0)$  понимается в смысле предела при  $v \rightarrow 0$  правой части (5). Если же при этом коэффициент  $\lambda(u)$  задан и ищется коэффициент  $C(u)$ , то справедливо выражение

$$C(u) = [2c_0^{-1} F_u^{r+1}(u) F^{-1}(u)] [\lambda_0 F_u^{-1}(u) F^{-k}(u) [F^k(u) \lambda(u) F_u^{-r-1}(u)]_u + d_0 d(u) F_u^{-2-r}(u)]. \quad (6)$$

Правая часть выражения (6) предполагается непрерывной и положительной. Аналогичное выражение имеет место и для коэффициента  $d(u)$ , если  $\lambda(u)$  и  $C(u)$  — заданы.

2°. Пусть теперь выполнены все условия пункта 1° и по двум автомодельным решениям  $v_0(z)$ ,  $v_1(z)$  из  $W_2^1(D)$  требуется определить неизвестный коэффициент  $\lambda(u) > 0$  и  $C(u) > 0$ . Дополнительно предполагается, что  $\lambda(0) = \lambda_0 > 0$  задано. Предположим, что: 1) функция  $u = v_i(z)$  ( $i = 0, 1$ ) имеет обратную  $F_i(y)$ , определенную на  $(0, f_i]$  с областью значения на  $(0, \infty)$ ; 2)  $F_i(y) \neq 0$ ,  $F_{iy}(y) \neq 0$ ,  $y \in (0, f_i]$ ,  $i = 0, 1$ ; 3)  $Q(y) > 0$ ,  $\lambda_0 \lambda_0 - d_0 \Psi(y) > 0$ ,  $F_0(y) F_{0y}(y) \neq F_1(y) F_{1y}(y)$ ,  $y \in (0, f_0]$ . Тогда

$$\lambda(y) = \left[ \lambda_0 - \frac{d_0}{\lambda_0} \Psi(y) \right] \exp \left[ - \int_0^y p(s) ds \right], \quad y \in (0, f_0], \quad (7)$$

$$C(y) Q(y) \exp \left[ - \int_0^y p(s) ds \right], \quad y \in (0, f_0], \quad (8)$$

где

$$P(y) \equiv \frac{F_0(y) F_1(y) F_{0y}^2(y) F_{1y}^2(y)}{F_1(y) F_{1y}^2(y) - F_0(y) F_{0y}^2(y)} \sum_{i=0}^1 (-1)^{i+1} \frac{(r+1) F_{iy}(y) - \kappa F_i(y)}{F_i(y) F_{iy}^2(y)}$$

$$\Psi(y) \equiv \int_0^y d(s) \exp \left[ \int_0^s p(\tau) d\tau \right] ds,$$

$$Q(y) \equiv \frac{\lambda_0 \lambda_0 - d_0 \Psi(y)}{F_0(y) F_{0y}^2(y)} [P(y) F_{0y}(y) + (r+1) F_{0yy}(y) - \kappa F_0(y)].$$

3°. Пусть выполнено условие А),  $C(u) > 0$ ,  $\lambda(u) > 0$ ,  $d(u) \neq 0$  — заданные функции и требуется определить коэффициенты  $C_0(p) = c_0 p^r > 0$ ,  $\lambda_0(p) = \lambda_0 p^r > 0$ ,  $d_0(p) = d_0 p^{r+2}$  уравнения (1). Допустим, что одно из чисел  $c_0 > 0$ ,  $\lambda_0 > 0$ ,  $d_0 \neq 0$  задано. Не исключая общность, предположим, что  $c_0$  задано и требуется определить  $\lambda_0 > 0$ ,  $d_0 \neq 0$ ,  $r$ . Пусть в трех точках  $z_1, z_2, z_3$  значения функций  $v(z)$ ,  $v_z(z)$ ,  $v_{zz}(z)$  заданы и выполнены условия:  $a \cdot b > 0$ ,  $a_{21} a_{13} \neq a_{21} a_{23}$ ,  $b_{i_0} \neq 0$ ,  $\det \| a_{ij} \| \neq 0$ , ( $i, j = 1, 2, 3$ ), где

$$a_{11} = \lambda(v) v_{zz} |_{z=z_1}, \quad a_{12} = z^{-k} (z^k \lambda(v) v_z)_z |_{z=z_1},$$

$$a_{13} = d(v) v_z^2 |_{z=z_1}, \quad b_i = -0.5 c_0 z v_z C(v) |_{z=z_1}, \quad i = 1, 2, 3$$

$a = (a_{12} a_{23} - a_{13} a_{32}) (a_{21} a_{13} - a_{11} a_{23}) - (a_{12} a_{23} - a_{22} a_{13}) (a_{31} a_{13} - a_{11} a_{33})$ ,  
 $b = (b_2 a_{13} - b_1 a_{23}) (a_{31} a_{13} - a_{12} a_{33}) - (b_3 a_{13} - b_1 a_{33}) (a_{21} a_{13} - a_{11} a_{23})$ ,  
 $i_0$  одно из чисел 1, 2, 3. Тогда

$$\lambda_0 = a^{-1} b, \quad r = \frac{b(a_{12} a_{23} - a_{22} a_{13}) + a(b_2 a_{13} - a_{23} b_1)}{b(a_{21} a_{13} - a_{11} a_{23})}, \quad (9)$$

$$d_0 = \frac{a(b_1 a_{21} - a_{11} b_2) + b(a_{11} a_{22} - a_{12} a_{21})}{a(a_{21} a_{13} - a_{11} a_{23})}.$$

Пусть теперь выполнено условие В). В этом случае рассматриваются следующие задачи об определении: одного коэффициента; двух коэффициентов из коэффициентов  $C_0(p)$ ,  $\lambda_0(p)$ ,  $d_0(p)$ ; коэффициентов  $C(u)$ ,  $\lambda(u)$ ,  $d(u)$ ,  $f(u)$ . Все эти задачи аналогичны рассмотренными в пп 1°–3° задач. Во всех случаях получаются явные выражения для отыскиваемых коэффициентов, незначительно отличающиеся от полученных выше соответствующих выражений. При условии С) коэффициенты уравнения являются степенными функциями и для неизвестных постоянных в выражении этих коэффициентов получаются выражения вида (9).

4°. Пусть  $\kappa = 0$  и задано автомодельное решение  $v(z)$  уравнения (1) в виде бегущей волны с заданной скоростью  $\kappa > 0$ . Тогда

$$u(x, t) = \begin{cases} v(z), & \text{при } z > 0, \\ 0, & \text{при } z < 0, \end{cases}$$

где  $z = \kappa t - x$  и функция  $v(z)$  удовлетворяет уравнению

$$\kappa C_0 (-v_z) C(v) v_z = [\lambda_0 (-v_z) \lambda(v) v_z]_z + d_0 (-v_z) d(v) + f(v), \quad z > 0. \quad (10)$$

При этом заданне функции  $u(0, t) = \varphi(t)$ , где  $\varphi(0) = u(x, 0) = 0$  дает возможность определить вид автомодельного решения  $v(z)$ , так как  $v(z) = \varphi(x^{-1}z)$ . Из (10) для  $\lambda(v)$  имеем

$$\lambda(v) = [-\lambda_0 F_v(v)]^{-1} F(v) \int_0^v [x F_s^{-1}(s) C_0(-F_s^{-1}(s)) C(s) - d_0(-F_s^{-1}(s)) d(s) - f(s)] F_s(s) ds. \quad (11)$$

Здесь  $F(v)$  непрерывно-дифференцируемая обратная к  $v(z)$ .

Если коэффициент  $\lambda(u)$  задан, то может быть определен один из коэффициентов  $C_0(p)$ ,  $\lambda_0(p)$ ,  $d_0(p)$ ,  $C(u) d(u)$  или  $f(u)$  уравнения (1). Применим формулу (11). Пусть  $\varphi(t) = f_0 t^m$ ,  $m \neq 0$ ,  $C_0(p) = C(u) = \lambda_0(p) = 1$ ,  $d_0(p) = d(u) = f(u) = 0$ , тогда из (11) имеем

$$\lambda(u) = m x^2 f_0^{-\frac{1}{m}} u^{\frac{1}{m}}. \quad (12)$$

Пусть теперь  $\varphi(t) = e^t - 1$ ,  $C(u) = u^2$ ,  $\lambda_0(p) = 1$ ,  $C_0(p) = 3$ ,  $d(u) = d_0(p) = f(u) = 0$ ,

тогда

$$\lambda(u) = x^2 u^3 (u + 1)^{-1}. \quad (13)$$

В работах [9—10] доказано, что уравнение теплопроводности с коэффициентами вида (12), (13) действительно порождает автомодельное решение в виде волны.

#### Литература

1. Васильев Г. И. и др. — Журн. прикл. механики и теор. физики, 1963, № 3, с. 67—70.
2. Искендеров А. Д. — ДАН СССР, т. 225, 1975, № 5, с. 1005—1008.
3. Искендеров А. Д., Ахундов А. Я. — Изв. АН АзССР, сер. физ.-тех. и матем. наук, 1976, № 5, с. 82—85.
4. Искендеров А. Д. и др. — ИФЖ, т. 46, 1984, № 6, с. 1030—1031.
5. Пухначев В. В. — В кн.: Некорректные задачи математической физики и анализа. — Новосибирск; Наука, 1984, с. 113—118.
6. Березовский А. А. Лекции по нелинейным крайним задачам математической физики. — Киев: Наукова думка, 1976.
7. Мирзаджанзаде А. Х. Вопросы гидродинамики вязко-пластичных и вязких жидкостей в нефтедобыче. — Баку: Азнефтеиздат, 1959.
8. Ладженская О. А. и др. Линейные и квазилинейные уравнения параболического типа. — М.: Наука, 1967.
9. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики. — М.: Наука, 1977.
10. Галактионов В. А. и др. Дифференц. уравнения, т. 17, 1981, № 10, с. 1826—1840.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 21. V 1986

А. Д. Искендеров, Т. Б. Гардашов

#### АВТОМОДЕЛ РЕЖИМДЭ КВАЗИХЭТТИ ИСТИЛИККЕЧИРМЭ ТЭНЛИЖИ ҮЧҮН ТӘРС МӘСЭЛӘНИН ҺӘЛЛИ

Мәгаләдә квазихәтти параболик тип тәнлижин әмсалларынын тә'јиннә даир тәрс мәсәлә өјрәнилмишдир. Автомодел режимдә ахтарылан әмсаллар үчүн ашкар ифадәләр тапылмышдыр.

A. D. Iskenderov, T. B. Gardashov

#### REVERSE PROBLEM SOLUTION FOR HEAT CONDUCTIVITY QUASI-LINEAR EQUATION IN AUTOMODEL REGIME

The article studies the problem for the determination of parabolic equations coefficients. The explicit expressions for coefficients finding are determined in an automodel regime.

УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

И. Р. НУРНЕВ, Р. Н. НАБНЕВ

#### ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ P—П-ПЕРЕХОДЫ НА ОСНОВЕ ЭПИТАКСИЛЬНЫХ ПЛЕНОК

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Э. Ю. Салаевым)

Фоточувствительные приборы на основе эпитаксиальных пленок соединений  $A^IVB^6$  и их твердых растворов с нужными параметрами имеют как научное, так и практическое значение. Согласно [1], эта задача затрудняется образованием различного рода поверхностных дефектов, которые резко снижают характеристики изготавливаемых приборов. Одним из методов уменьшения плотности поверхностных дефектов является изготовление активных элементов в едином технологическом цикле [2]. Так в [3] p-n переходы на основе  $PbS$  и  $PbS_{1-x}Se_x$  готовились методом эпитаксии горячей стенки на массивном кристалле  $PbS$ . В настоящей работе сделана попытка изготовления p-p переходов на основе эпитаксиальных пленок  $PbS$ , выращенных на диэлектрических подложках.

Эпитаксиальные пленки  $PbS$  с электронной и дырочной проводимостью толщиной 1,5—3 мкм выращивались в стандартной вакуумной установке с остаточным рабочим давлением  $\leq 10^{-6}$  торр методом конденсации молекулярных пучков. Подложками служили свежие сколы слюды. Испарения проводились из графитовой кнудсеновской ячейки, а в качестве источника использовались заранее синтезированные и измельченные образцы  $PbS$  p-типа.

Скорость конденсации  $V_k$  определялась и поддерживалась постоянно с помощью стандартных приборов КСТ-1 и «Регулятор». Температура подложек и селенового резервуара измерялась с помощью хромель-алюмеловой термопары и в течение эксперимента поддерживалась постоянной высокоточным регулятором температуры ВРТ-3. Выращивание пленок проводилось при температуре подложки  $T_p = 350^\circ C$ . Скорость конденсации задавалась температурой источника и менялась в пределах 5—50 Å/сек.

Изготовление p-n-переходов осуществлялось применением подвижной маски с перпендикулярно расположенными прорезами, что обеспечивало получение пленки в виде пересекающихся систем полос шириной 0,3—1 мм. После осаждения первой системы полос, заслонка перекрывалась и через 1—2 мин. после установления необходимого режима, осаждалась вторая система полос  $PbS$  при той же температуре подложки. Измерения эдс Холла, электропроводности и знака термоэдс проводились на контрольных образцах с большой площадью. Вольтамперные характеристики (ВАХ) измерялись при  $T = 77^\circ K$  на двухкоординатном самописце и на осциллографе. В качестве омических контактов к

*p*-слою использовался аквадаг, а к *n*-слою — *In*. Структура пленок контролировалась электронографическим и рентгенодифракционным методами.

Согласно электронограммам на отражение пленки PbS на подложках из слюды осаждаются плоскостью (001)<sub>пл</sub> параллельно (0001)<sub>сл</sub>. При этом пленки имеют электронную проводимость с концентрацией носителей заряда  $n = 1-5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$  и подвижностью  $\mu = 3800 \text{ см}^2/(\text{в} \times \text{сек})$  при  $V_k = 50 \text{ А/сек}$ . Измерение коэффициента Холла и электропроводности показали, что с уменьшением скорости конденсации от 50 А/сек до 5 А/сек концентрация носителей заряда незначительно уменьшается. Тип проводимости не меняется, а значения подвижности сильно уменьшаются и доходят до  $\sim 1500 \text{ см}^2/(\text{в} \cdot \text{сек})$  при  $V_k = 5 \text{ А/сек}$ . На рентгенодифракционных картинах от пленок, выращенных при различных скоростях конденсации наблюдается уменьшение полуширины пика от плоскости отражения (002) PbS с уменьшением  $V_k$  что свидетельствует об улучшении совершенства пленок. Таким образом, сильное уменьшение подвижности при  $V_k = 5 \text{ А/сек}$  можно объяснить с усилением процесса окисления халькогенидов свинца при малых скоростях конденсации [2]. По-видимому, образовавшаяся окисная фаза, скапливаясь на границах зерен, снижает подвижность носителей заряда, играя роль дополнительных центров рассеяния электронов.

Применение в качестве источника заранее синтезированного PbS, обогащенного серой (PbS+2 ат% S), также не приводило к инверсии типа проводимости и пленки опять получались *n*-типа. С целью достижения инверсии типа проводимости и понижения концентрации носителей заряда во время роста пленок использовался дополнительный источник Se. Применение сelenового источника приводило к уменьшению влияния кислорода, в результате чего с уменьшением скорости конденсации снижение подвижности носителей заряда не наблюдается, а наоборот, ее значение ( $3800 \text{ см}^2/(\text{в} \cdot \text{сек})$ ) увеличивается до  $5000 \text{ см}^2/(\text{в} \times \text{сек})$  при  $V_k = 8 \text{ А/сек}$ . Зависимость концентрации носителей заряда от температуры сelenового источника представлена на рис. 1. Как вид-

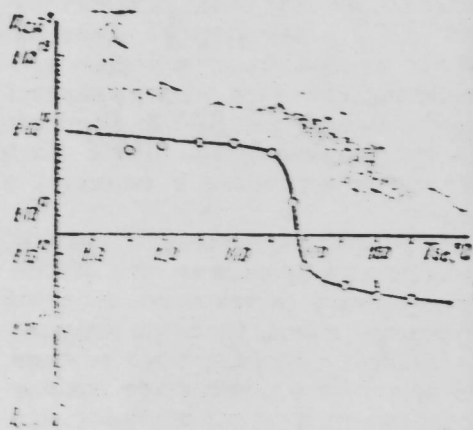


Рис. 1. Зависимость концентрации носителей заряда от температуры компенсирующего источника Se.

но из рисунка, с увеличением температуры источника Se до  $150^\circ \text{C}$  концентрация носителей заряда уменьшается слабо. Дальнейшее увеличение температуры всего на  $5^\circ \text{C}$  снижает концентрацию электронов до

$1-2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$  и уже при  $160^\circ \text{C}$  наблюдается инверсия типа проводимости. Концентрация дырок с увеличением температуры Se-ого источника увеличивается от  $1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$  при  $160^\circ \text{C}$  до  $5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$  при  $190^\circ \text{C}$ . Таким образом инверсия типа проводимости наблюдается в очень узкой температурной области. Потому для точного регулирования концентрации носителей заряда необходимо предъявлять более жесткие требования к температурному режиму получения пленок.

Для получения *p-n*-перехода эпитаксиальные пленки PbS-*n*-типа получались при  $T_n = 350^\circ \text{C}$ ,  $V_k = 8 \text{ А/сек}$  и  $T_{\text{Se}} = 155^\circ \text{C}$ . Не нарушая вакуума, при той же температуре подложки и скорости конденсации и при температуре сelenового источника  $T_{\text{Se}} = 160^\circ \text{C}$  выращивался *p*-тип PbS.

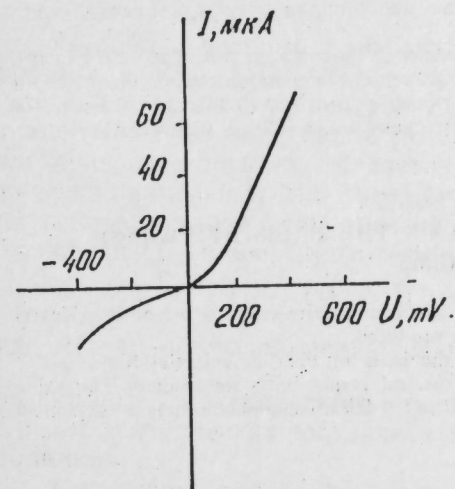


Рис. 2. ВАХ *p-n*-перехода на основе PbS(Se)

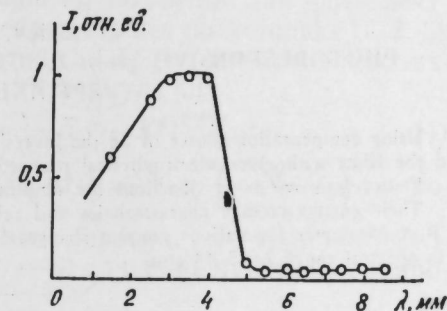


Рис. 3. Относительная спектральная характеристика *p-n*-перехода на основе PbS(Se)

ВАХ одного из *p-n*-переходов представлена на рис. 2. При малых смещениях применяемого напряжения ВАХ описывается уравнением  $I = I_0 \cdot e^{U/\beta kT}$ , где  $\beta \approx 2$ , что характерно для генерационно-рекомбинационного механизма протекания тока через область пространственного заряда. Площадь *p-n*-перехода в зависимости от ширины пересекающихся полос изменялся от  $9 \cdot 10^{-4}$  до  $1 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2$ . Значение параметра  $R_0 A$  для различных образцов изменялся от 20 до 30 ом.  $\text{см}^2$  при температуре жидкого азота. Большинство изготавливаемых *p-n*-переходов оказались фоточувствительными в ИК области. Их типичная спектральная характеристика представлена на рис. 3. Как видно из рисунка, максимальная фоточувствительность наблюдается при длинах волн  $\lambda = 3,2-4 \text{ мкм}$  с пологим спадом до  $\lambda = 5 \text{ мкм}$ . Смещение максимальной фоточувствительности в сторону больших длин волн  $\sim 4 \text{ мкм}$  по сравнению с [4], где *p-n*-переход был изготовлен имплантацией  $\text{Sb}^+$  в массивный монокристаллический образец PbS и в которой максимальная фоточувствительность наблюдается при  $3,4 \text{ мкм}$ ., по-видимому, связано с образованием твердого раствора  $\text{PbS}_{1-x}\text{Se}_x$ .

1. Шик А. Я., Шмарцев Ю. В. — ФТП, 1980, т. 14, в. 9, с. 1724 — 1727. 2. Семилетов С. А., Ракова Е. В., Зайтов Ф. А., Сулейманов Н. А. — Микроэлектроника, 1984, т. 13, в. 3, с. 280 — 282. 3. Dib K., Preier H. — J. Mater. Sci., 1975, v. 10, p. 1360 — 1366. 4. Donnelly I. P., Harman T. C., Foyt A. G., Lindley W. T. Solid State Electronics, 1973, v. 16, p. 529 — 534.

Поступило 14. V 1986

И. Р. Нуриев, Р. Н. Набиев

PbS(Se) ЭПИТАКСИАЛ ТЭБЭГЭЛЭРИ ЭСАСЫНДА ҺАЗЫРЛАНЫМЫШ  
ФОТОҺЭССАС *p-n* КЕЧИДЛЭР

Магаләдә, слјуда үзәриндә лазымн электрофизики хәссәләрә малнк олан *n-* вә *p-*тип PbS(Se) эпитаксиал тәбәгәләрини алынмасы өрәнилмишдир. Кечиричилијин типини *n-*дән *p-*јә дәјишдирилмәсн компенсацијәдичи Se мәнбәјиндән истифадә етмәклә әлдә едилмишдир.

Алынмыш PbS(Se) эпитаксиал тәбәгәләри эсасында фотоҺэссас *p-n* кечидләр һазырланмышдыр. Оларын ВАХ вә иисби спектрал һәссәслығы тәдгиг едилмишдир. Мүәјјән олунмушдур ки,  $R_0A$  кәмијјәтини гијмәти мұхтәлиф нүмунәләрдә 20-дән 30 ом·см<sup>2</sup>-ә гәдәр дәјишир вә фотоҺэссаслығын максимуму спектрин  $\lambda = 3\div 4$  мкм гијмәтләринә дүшүр.

I. R. Nuriev, R. N. Nabiev

PHOTORESPONSIVE *p-n*-JUNCTIONS ON THE BASIS OF PbS(Se)  
EPITAXIAL FILMS

Using compensating source of Se the inversion of type conductivity on *n-p*-type is achieved and the films with given electrophysical properties are produced.

Photoresponsive *p-n* junctions are obtained on the basis of PbS(Se) epitaxial films. Their current-voltage characteristics and relative spectral responsivity are studied. The value of  $R_0A$  parameter for various samples changes from 20 to 30  $\Omega\cdot\text{cm}^2$  and photoresponse maximum is in spectral range  $\lambda = 3\div 4$   $\mu\text{m}$ .

УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Я. М. ГАДЖИЕВ, Б. А. ГУСЕИНОВ, Р. Н. МЕХТИЗАДЕ, З. Б. САФАРОВ

ФОТОПРОВОДИМОСТЬ  $\text{Me} - \text{SiO}_2 - \text{GaSe}$  СТРУКТУР

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ч. М. Джуварлы)

В работе впервые приводятся результаты исследования фотопроводимости  $\text{Me} - \text{SiO}_2 - \text{GaSe}$  структур, и определенные на его основе значения граничных барьеров  $E_b$  GaSe, имеющий свободную от дефектов и инертную поверхность [5, 6], а также хорошо изученные [7] фотоэлектрические свойства, является идеальным объектом для фотоэлектрических измерений  $E_b$ . Значения  $E_b$  определялись по методике [1, 2, 3], на основе анализа зависимостей фототока ( $I_p$ ) от приложенного напряжения ( $U$ ) и энергии фотонов ( $h\omega$ ) по формуле [3]:

$$I_p(h\omega; U) = A(h\omega)(h\omega - E_b + KU^{1/2})^p \quad (1)$$

где  $A(h\omega)$  — постоянная, слабо зависящая от  $h\omega$ ,  $K = \left(\frac{q^3}{4\pi\epsilon_0\epsilon_1 d}\right)^{1/2}$  — коэффициент шотткиевского понижения барьера,  $d$  — толщина  $\text{SiO}_2$ ,  $E_b$  — диэлектрическая постоянная  $\text{SiO}_2$ ,  $p=3$  для большинства полупроводников.

Структуры получались путем осаждения пиролитической пленки  $\text{SiO}_2$  толщиной 0,01 мкм  $\div$  1,5 мкм на пластинки монокристаллического *p*-GaSe с  $N_A \approx 10^{15} \div 10^{16}$  см<sup>-3</sup> при  $T = 250^\circ\text{C} \div 350^\circ\text{C}$ . На  $\text{SiO}_2$  напылялись полупрозрачные электроды из Au, Ag, Ni, Pt, Al, Cr, Mg, а к  $\text{SiO}_2$  вилавлением наносился индиевый электрод.

Оптическая установка была аналогична [1], а электрическая измерительная схема [4]. Из-за разных оптических плотностей электродов на  $\text{SiO}_2$ , значения  $I_p$  сравнивались по спектральному распределению и представлены на графиках в относительных единицах (рис. 1, 2). При прямых смещениях (ПСМ) (положительная полярность на GaSe) значения  $I_p$  в среднем в три раза выше, а порог фоточувствительности на 0,3 эВ ниже, чем при обратных смещениях (ОСМ). Темновые токи при ОСМ составляли 11%, а при ПСМ — 68% величины  $I_p$ . Значения  $I_0$  находились в пределах  $10^{-10}\text{A} \div 10^{-8}\text{A}$ . Материал электрода на  $\text{SiO}_2$  не оказывал заметного влияния на результаты. Проведена стандартная процедура [2] нахождения степенной функции, которая линеаризовала бы экспериментальные  $I_p/h\omega$  и  $I_p U^{1/2}$  характеристики. Этим способом найдено  $p \approx 3$  (рис. 1, 2). Данная функциональная форма соответствует линейному энергетическому распределению фотовозбужденных носителей [3]. Из зависимости  $I_p$  от электрического поля в  $\text{SiO}_2$  ( $E$ ), приведенной на вставке рис. 2, очевидно, что толщина  $\text{SiO}_2$  не влияет на полевую зависимость  $I_p$ .

Спектральное распределение  $I_p$  представлено на рис. 1 в координа-

Так  $I_p^{1/3}/h\omega$  для различных смещений обеих полярностей. Кривые имеют два линейно возрастающих участка, каждый из которых экстраполировался до пересечения с осью  $h\omega$ , для определения [2] фотоэлектрического порога ( $-E_B + KU^{1/2}$ ), согласно уравнению (1). Значения порогов при разных  $U$  представлены на вставке рис. 1 в координатах  $h\omega - U^{1/2}$ . Данные по первым и вторым линейным участкам образуют кривые 5,6 — для ОСМ и 7,8 — для ПМС, по которым очевидно, что

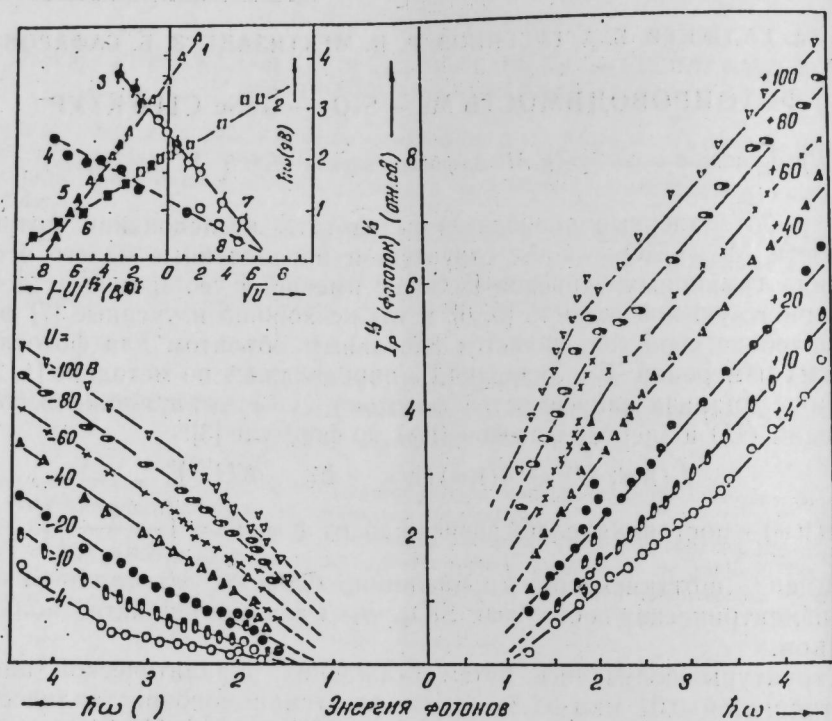


Рис. 1 Спектры фоточувствительности Me-SiO<sub>2</sub>-GaSe структур, при различных смещениях обеих полярностей. На вставке. Значения порогового напряжения  $U_0^{1/2}$  при различных энергиях фотонов 1, 2, 3, 4 и фотоэлектрического порога ( $-E_B + KU^{1/2}$ ) при разных смещениях  $U^{1/2}$  — 5, 6, 7, 8

уменьшение порога с напряжением происходит в соответствии с шотткиевским понижением барьеров [2]. Точки пересечения линий с осью  $h\omega$  определяют значения  $E_B$ , которые для ОСМ составляли 1,71 эВ и 3,66 эВ, а для ПМС — 1,21 эВ и 2,44 эВ. Значения  $K$ , вычисленные по наклону кривых 5, 6, 7 и 8, равны (0,13; 0,43; 0,124; 0,38) эВ<sup>1/2</sup> соответственно.

Экспериментальные  $I_p \sim U$  характеристики, представленные на рис. 2 в координатах  $I_p^{1/3} - U^{1/2}$ , в зависимости от  $h\omega$  можно разбить на две группы. При низких  $h\omega$  (для ПМС  $h\omega < 2$  эВ, а для ОСМ  $h\omega < 3,2$  эВ) каждая кривая имеет два линейных участка, протяженностью не менее 12 мКТ. При высоких  $h\omega$  (для ПМС  $h\omega > 2,3$  эВ, а для ОСМ  $h\omega > 3,4$  эВ) кривые линейны во всей области  $U^{1/2}$ . Экстраполированием этих линий до пересечения с осью  $U^{1/2}$  определены

значения  $U_0^{1/2} = \frac{h\omega - E_B}{K}$ . При  $E_B = h\omega$  линия проходит через начало координат ( $h\omega = 1,71$  эВ и 3,66 эВ при ОСМ, и  $h\omega = 1,21$  эВ и 2,44 эВ при ПМС). Значения  $U_0^{1/2}$  при различных  $h\omega$  приведены на вставке рис. 1. Данные по второй группе кривых и вторым участкам линейности первой группы образуют одну пару кривых (1 — при ОСМ и 3 — при ПМС), а по первому участку другую (2 — при ОСМ и 4 — при ПМС). Точка пересечения кривых с осью  $h\omega$  определяется условием  $E_B = h\omega$ , а их наклон равен  $1/K$ . Каждую пару кривых 1,5; 2,6; 3,7; 4,8 можно аппроксимировать соответственно одной кривой. Таким образом, две разные характеристики  $I_p$  дают практически одинаковые значения  $E_B$  и  $K$ .

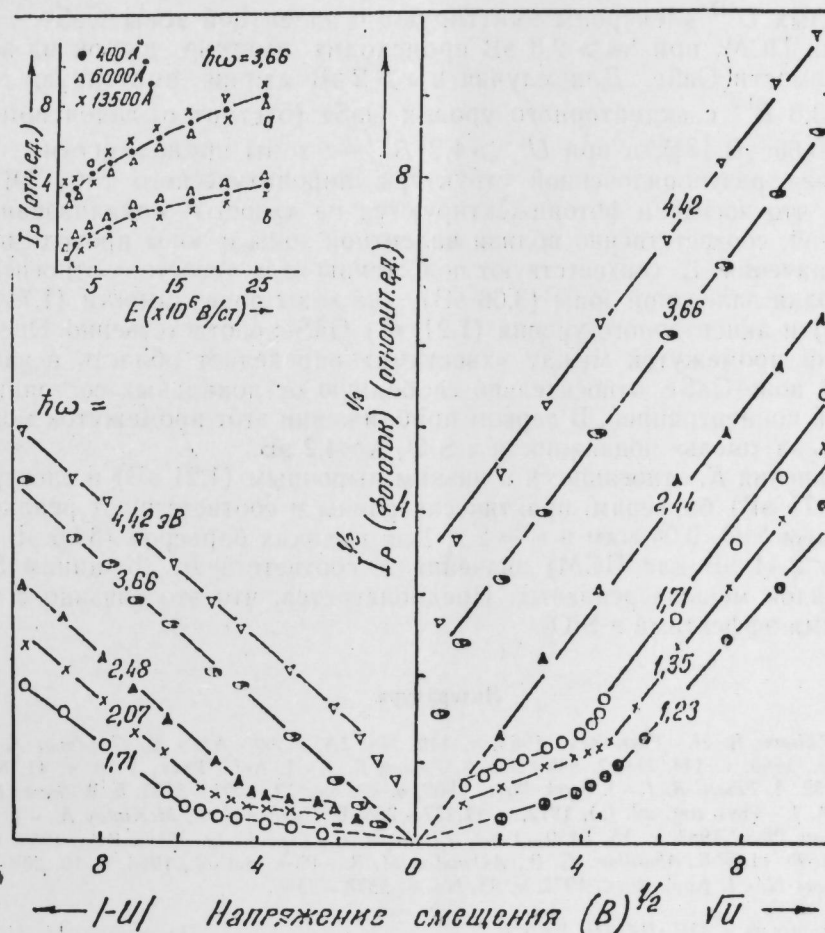


Рис. 2. Зависимость (фототока)  $^{1/3}$  от напряжения  $^{1/2}$  при различных энергиях фотонов.

На вставке. Зависимости фототока от электрического поля  $E$ , обеих полярностей: а) плюс на GaSe; в) минус на GaSe, при различных толщинах SiO<sub>2</sub>

Небольшой пик при  $h\omega = 1,9$  эВ на рис. 1 обусловлен собственным поглощением GaSe.

Фототок при ОСМ обусловлен эмиссией электронов с GaSe в объем

SiO<sub>2</sub>. Возможная при этой полярности эмиссия дырок с электрода на SiO<sub>2</sub> пренебрежительно мала [3]. При ПСМ происходит эмиссия дырок из GaSe. Электронной эмиссией с электрода на SiO<sub>2</sub> можно пренебречь, поскольку даже если она имеет место, то должна быть меньше [3] электронной эмиссии с GaSe (фототок при ОСМ). На самом деле, I<sub>p</sub> при ПСМ в три раза больше, чем при ОСМ. Разность в значениях E<sub>v</sub> при ОСМ составляет 1,92 эВ, при ПСМ — 1,24 эВ.

В первом случае, она практически совпадает с E<sub>g</sub> GaSe, а во втором — на 0,66 эВ меньше. Очевидно, для ОСМ при  $h\omega < 3,2$  эВ и  $U^{1/2} < 4,3$  В<sup>1/2</sup> происходит эмиссия электронов с зоны проводимости GaSe. При  $U^{1/2} > 6$  В<sup>1/2</sup>, за счет шотткиевского понижения SiO<sub>2</sub>—GaSe барьера, доминирующей становится эмиссия электронов с валентной зоны GaSe (резкий подъем кривых на рис. 2). При  $h\omega > 3,4$  эВ даже при малых U<sup>1/2</sup> электроны эмитируют с валентной зоны GaSe.

Для ПСМ, при  $h\omega > 2,3$  эВ происходит эмиссия дырок из зоны проводимости GaSe. Для случая  $h\omega > 2$  эВ дырки эмитируют при  $U^{1/2} < 3,8$  В<sup>1/2</sup> с акцепторного уровня GaSe (отстоит от валентной зоны на 0,66 эВ [8]), а при  $U^{1/2} > 4,2$  В<sup>1/2</sup> — с зоны проводимости.

Из-за разупорядоченной структуры пиролитического SiO<sub>2</sub> [9] вероятно, что носители фотоинжектируются на «хвосты» локализованных состояний, соответственно вблизи валентной зоны и зоны проводимости SiO<sub>2</sub>. Значения E<sub>n</sub> соответствуют положению этих «хвостов» относительно потолка валентной зоны (3,66 эВ), дна зоны проводимости (1,71 эВ; 2,44 эВ) и акцепторного уровня (1,21 эВ) GaSe, соответственно. Энергетический промежуток между «хвостами» определяет область в запрещенной зоне GaSe, относительно свободную от локальных состояний с высокой концентрацией. В первом приближении этот промежуток можно принять за «щель» подвижности в SiO<sub>2</sub>  $\Delta \approx 4,2$  эВ.

Значения K, относящиеся к низким дырочным (1,21 эВ) и электронным (1,71 эВ) барьерам, практически равны и соответствуют реальным толщинам SiO<sub>2</sub> 0,04 мкм и  $\epsilon_1 = 2,2$ . Для высоких барьеров (3,66 эВ для ОСМ и 2,44 эВ для ПСМ) значения K соответствуют толщинам SiO<sub>2</sub> на порядок меньше реальных. Предполагается, что это связано с туннельными эффектами в SiO<sub>2</sub>.

#### Литература

1. Williams R. H. — Phys. Rev., 1963, v. 140, No. 2A, A569 — A575.
2. Goodman A. M. — Phys. Rev., 1966, v. 144, No. 2, 588 — 593.
3. Powell R. J. — J. Appl. Phys., 1970, v. 41, No. 6, 2424 — 2432.
4. Powell R. J. — J. Appl. Phys., 1969, v. 40, No. 13, 5093 — 5101.
5. Williams R. H., McEvoy A. J. — Phys. stat. sol. (a), 1972, v. 12, 277 — 286.
6. Hughes G. J., McKinley A. — J. Phys., C, Sol. State Phys., 1982, v. 15, L159 — L164.
7. Bube R. H., Lind E. L. — Phys. Rev., 1959, v. 116, No. 5, 1159 — 1164.
8. Abdullaev G. B., Akbundov M. R. — Phys. stat. sol., 1966, v. 16, 209 — 214.
9. Nagasima N. — J. Appl. Phys., 1972, v. 43, No. 8, 3378 — 3386.

ОКБ «регистр» с ОП ИФАН АзССР

Поступило 21. 11 1986

Я. М. Гаджиев, Б. А. Гусейнов, Р. Н. Мехтизаде, З. Б. Сафаров

#### Me—SiO<sub>2</sub>—GaSe СТРУКТУРУНУН ФОТОКЕЧИРИЧИЛИНИ

Мәгаләдә Me—SiO<sub>2</sub>—GaSe гурулушунун зона диаграммы вә онун кәркинлијин дәјишмәсиндән асылылыг үсулу тәдигг едилмишдир. Фаулериң график үсулу илә сәрһәд потенциал чәпәриниң гиймәти вә чәпәрин Шоттки еимә амсалы тәјин едилмишдир. Мә'лум

олмушдур ки, фотокечиричилик GaSe-дә олан дешик вә электронларын да локаллашмыш һалларын «гујругуна» фотоинжексија едилмәсиниң нәтичәсидир. «Гујруглар» арасындакы енергетик мәсафә SiO<sub>2</sub>-нин «јарыг» мүтәһәрриклијини тәјин едир,  $\Delta \approx 4,2$  еВ.

Ya. M. Gadzhiev, B. A. Guseinov, R. N. Mekhtizade, Z. B. Safarov  
PHOTOCODUCTIVITY OF Me—SiO<sub>2</sub>—GaSe STRUCTURES

The results of investigation of Me—SiO<sub>2</sub>—GaSe structures band diagram by means of measuring the photocurrent spectral and voltage dependences are presented. It is obtained that photoconductivity is the result of photoinjection of holes and electrons from GaSe into the "tails" of localized states near the valence and conductivity bands, correspondently. Energetic interval between "tails" is determined as SiO<sub>2</sub> mobility "gap",  $\Delta \approx 4.2$  eV.



УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

А. Г. КЯЗЫМ-ЗАДЕ, И. С. БАУКИН, Я. А. БАПРАМОВ, В. И. ТАГИРОВ

КООРДИНАТНО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ФОТОЭЛЕМЕНТЫ  
НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОПЕРЕХОДОВ InSe — GaSe

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

Принцип работы координатно-чувствительных фотоэлементов основан на явлении возникновения продольного фотоэффекта в  $p-n$  переходе при неравномерном освещении [1]. При неравномерном освещении  $p-n$  перехода суммарный продольный ток вдоль высокоомной базы становится отличным от нуля, вследствие чего между контактами к базе возникает продольное фотонапряжение, величина и знак которого зависит от положения светового зонда. Поскольку величина фототока и соответственно продольное фотонапряжение при освещении зависит от тока насыщения перехода, заметная фоточувствительность наблюдается лишь в  $p-n$  переходах на основе узкозонных полупроводников. В диодах из широкозонного полупроводника вследствие низкой плотности тока насыщения продольный эффект практически отсутствует. Однако, как показано в [2], величина продольного фотоэффекта для широкозонных полупроводников может быть существенно повышена при использовании гетеропереходов (ГП) вместо  $p-n$  переходов. Дело в том, что в ГП генерация электронно-дырочных пар при освещении светом, с энергией квантов меньшей ширины запрещенной зоны верхнего материала, происходит непосредственно в области перехода. Если структура энергетических зон не противодействует переходу неосновных носителей через границу раздела фаз, то при этом происходит полное разделение созданных светом электронно-дырочных пар. В [2] были исследованы координатно-чувствительные фотоэлементы на основе гетеропереходов  $p-Al_xGa_{1-x}As-n-GaAs$  в которых величина энергетического разрыва  $\Delta E_v$  в валентной зоне близка к нулю. Вследствие этого происходит полное разделение переходом генерированных светом электронно-дырочных пар. В данной работе приводятся результаты исследования координатно-чувствительных фотоэлементов на основе гетеропереходов  $n-InSe-p-GaSe$ . Как было показано в [3, 4], энергетическая зонная диаграмма этой системы способствует эффективному разделению переходом неравновесных носителей при освещении. Использование широкозонного материала GaSe в качестве верхнего материала (через который освещается ГП) обеспечивает не только высокую чувствительность в широком спектральном диапазоне, но и большое сопротивление этой части перехода, где происходит падение продольного фотонапряжения.

ГП InSe—GaSe были изготовлены методом посадки на оптический

контакт. Как показывают результаты исследования ранних работ [3, 4], ГП InSe—GaSe, изготовленные этим методом, обладают совершенной границей раздела и их энергетическая зонная диаграмма хорошо соответствует идеальной модели Андерсона. Для изготовления ГП были использованы монокристаллы  $p-GaSe$  и  $n-InSe$  с концентрацией носителей тока  $p \approx 10^{14} \text{ см}^{-3}$  и  $n \approx 10^{15} \text{ см}^{-3}$ , соответственно. Контакты омического характера к высокоомной базе GaSe были изготовлены методом сплавления индия. Измерения проводились при комнатной температуре.

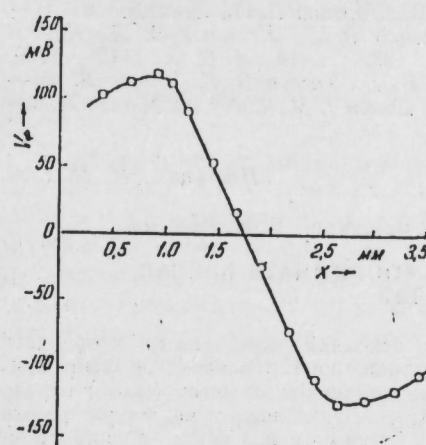


Рис. 1. Зависимость продольного фотонапряжения в ГП InSe—GaSe от координаты

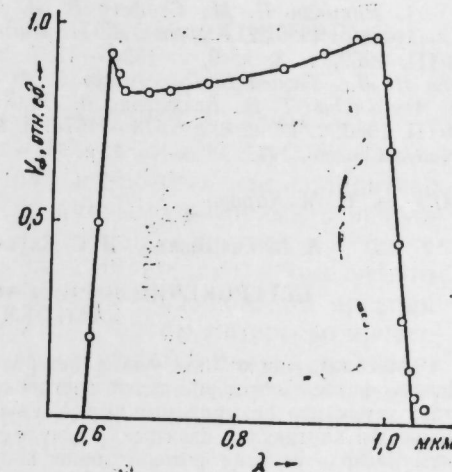


Рис. 2. Спектральное распределение фоточувствительности ГП InSe—GaSe

Результаты предварительных исследований показали, что ВАХ изученных ГП обладают диодным характером с коэффициентом выпрямления  $\sim 10^3$  при  $U=2$  В. При освещении ГП со стороны GaSe светом из области  $h\nu = 1,2 \div 2,0$  эВ возникает фотоэдс, максимальное значение которой в фотовольтажном режиме достигает  $\varphi \approx 0,56$  эВ. В режиме короткого замыкания  $J_{кз} \approx 12$  мкА. Такое малое значение  $J_{кз}$  связано с тем, что ток короткого замыкания ограничивается суммарным объемным сопротивлением слоев GaSe и InSe, соединенных последовательно к ГП. При освещении ГП со стороны GaSe световым зондом на расстоянии  $x$  от центра возникает продольное фотонапряжение  $V_f$  между контактами к базе, которое меньше, чем  $\varphi$  и определяется соотношением [2]  $V_f = 2 i_y \rho x$ ,  $i_y = i_0 [\exp(e\varphi/\beta kT) - 1]$ , где  $i_y$  — ток «утечки» через запорный слой перехода,  $\rho$  — сопротивление слоя на единицу длины,  $i_0$  — ток насыщения,  $\varphi$  — величина вентильной фотоэдс при данном уровне освещения,  $\beta$  — коэффициент неидеальности перехода. Зависимость продольного фотонапряжения от положения светового зонда для одного образца показана на рис. 1. Как видно из рисунка, продольное фотонапряжение меняется линейно с изменением координаты вплоть до области контактов и меняет свой знак при переходе светового зонда через середину базы. Область максимальной спектральной чувствительности (рис. 2) определяется разницей в ширине запрещенной зоны монокристаллов GaSe и InSe. Резкий спад фоточувствительности в области коротких

волн связан с поглощением света на поверхности слоя GaSe. Из-за малой диффузионной длины носителей тока в слоистых кристаллах [5] созданные электронно-дырочные пары при этом не доходят до области перехода и их разделение не происходит.

Полученные в работе результаты свидетельствуют о том, что ГП в системе InSe—GaSe, изготовленные простым методом посадки на оптический контакт, могут быть использованы для создания координатно-чувствительных фотоэлементов.

#### Литература

1. Викулин И. М., Стафеев В. И. Физика полупроводниковых приборов. — М.: Сов. радио, 1980.
2. Алферов Ж. И., Андреев В. М., Портной Е. Л., Протасов И. И. — ФТП, 1969, т. 3, в. 9, с. 1324—1327.
3. Бакуменко В. Л., Ковалюк Э. Д., Курбатов Н. Л., Тагаев В. Г., Чишко В. Ф. — ФТП, 1980, т. 14, в. 6, с. 1115—1119.
4. Аверьянова Т. В., Бакуменко В. Л., Курбатов Н. Л., Тагаев В. Г., Чишко В. Ф. — ФТП, 1980, т. 14, в. 8, с. 1573—1576.
5. Segura A., Besson J. M., Chevy A., Marzin M. S. — Nuovo Cimento, 1977, 38 B, No. 2, p. 345—351.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 16. IX 1985

А. Н. Казымзаде, Н. С. Баукин, Я. А. Байрамов, В. И. Таиров

#### ГЕТЕРОКЕЧИДЛЭРИ ЭСАСЫНДА КООРДИНАТА ГЭССАС ФОТОЭЛЕМЕНТЛЭР

Мәгаләдә ишдә InSe—GaSe гетерокечидлэри эсасында һазырланмыш координата һэссас фотоэлементлэрин тәдгиги нәтичәлэри верилмишидир. Гетерокечидлэр оптик контакт үсүлү илә һазырланмышдыр. Узунуна фотокаркилик жүксәк омлу (GaSe) базада јерләшән контактлар васитәсилә өлчүлмүшдүр. Мүәјјән едилмишидир ки, тәдгиг олунан нүмунәләрдә узунуна фотокаркилик координатын дәјишмәси илә хәтти дәјишир. Гетерокечидли спектрал һэссаслыг областы InSe вә GaSe монокристалларынын гадаған олунмуш зоналарынын енинин фәрги илә тәјин олунур.

A. G. Kuzum-zade, I. S. Baukin, Ya. A. Bayramov, V. I. Tahirov

#### COORDINATE-SENSITIVE PHOTOELEMENTS ON THE BASE OF InSe—GaSe HETEROJUNCTIONS

The results of coordinate-sensitive photoelements on the base of InSe—GaSe heterojunctions are described. Heterojunctions were produced by fitting on optical contact. The longitudinal photovoltage was measured between the contacts on high-resistivity base. The linear dependence between the longitudinal photovoltage and coordinate is found. The spectral sensitive region is determined by difference between the width of forbidden gaps in InSe and GaSe single crystals.

УДК 536.413

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

В. А. АЛИНЕВ, Г. Д. ГУСЕПНОВ, Л. М. ЧАПАНОВА, В. В. КОДИН

#### О НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОМ ТЕРМИЧЕСКОМ РАСШИРЕНИИ AgInSe<sub>2</sub>

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ч. М. Джуварлы)

Проведение термического расширения в тройных халькопиритных соединениях  $A^IVB^{III}C_2^{VI}$  было изучено различными авторами с использованием dilatометрии [1], измерениями изменения плотности с температурой [2] и рентгеновскими методами [3—10]. Однако, кроме некоторых основных экспериментов [1, 3—6] все эти исследования проводились при температурах выше 300 К. С другой стороны, интересно проследить температурную зависимость параметров решетки вплоть до низких температур, так как они тесно связаны с динамикой решетки и поэтому могут привести к хорошему пониманию этих свойств в кристаллах  $A^IVB^{III}C_2^{VI}$ . Сообщения о термическом расширении кристаллов  $AgInSe_2$  вообще отсутствуют. В настоящей работе изложены результаты рентгеновского исследования температурной зависимости параметров решетки в кристаллах  $AgInSe_2$ .

Исследуемые кристаллы  $AgInSe_2$  выращивались методом Бриджмена-Стокбаргера и предварительно ориентировались на установке РК ОП в направлениях (200) и (112). Для изучения термического расширения кристаллов  $AgInSe_2$  использовали стационарный рентгеновский аппарат ДРОН-3 с низкотемпературной приставкой типа УРНТ-180. Скорость вращения детектора установки ДРОН-3 составляла 0,25 о/мин. Угловая отметка на ленте самопишущего потенциометра осуществлялась через 0,1°. Для повышения точности исследуемый образец облучали характеристическим излучением от медной мишени, в результате чего рефлексы становились более резкими. Охлаждение образца проводилось низкотемпературной приставкой УРНТ-180, работающей методом обдува.

Халькопиритная решетка имеет осевую симметрию, поэтому параметры элементарной ячейки  $a$  и  $c$  независимо изменяются с температурой. Для определения температурной зависимости параметра  $a$  измеряли изменения межплоскостного расстояния  $d_{200}$ , так как  $a=2d_{200}$ . Зависимость  $c(T)$  определили по изменению  $d_{112}$  с температурой, откуда определили параметр решетки  $c$ , согласно формуле

$$c = \frac{2ad_{112}}{\sqrt{a^2 - d_{112}^2}}$$

Измеренные температурные зависимости межплоскостных расстояний  $d_{200}$  и  $d_{112}$  представлены на рис. 1 По этим зависимостям опре-

делили  $a(T)$  и  $c(T)$ , которые показаны на рис. 2. Мы установили, что зависимости  $d_{200}(T)$  и  $d_{112}(T)$  могут быть аппроксимированы соотношением:

$$d_1(T) = A_1 + B_1T + \frac{C_1}{T}$$

во всем температурном интервале. Из зависимостей  $a(T)$  и  $c(T)$  следует, что при определенном значении температуры термическое расширение решетки меняет знак.

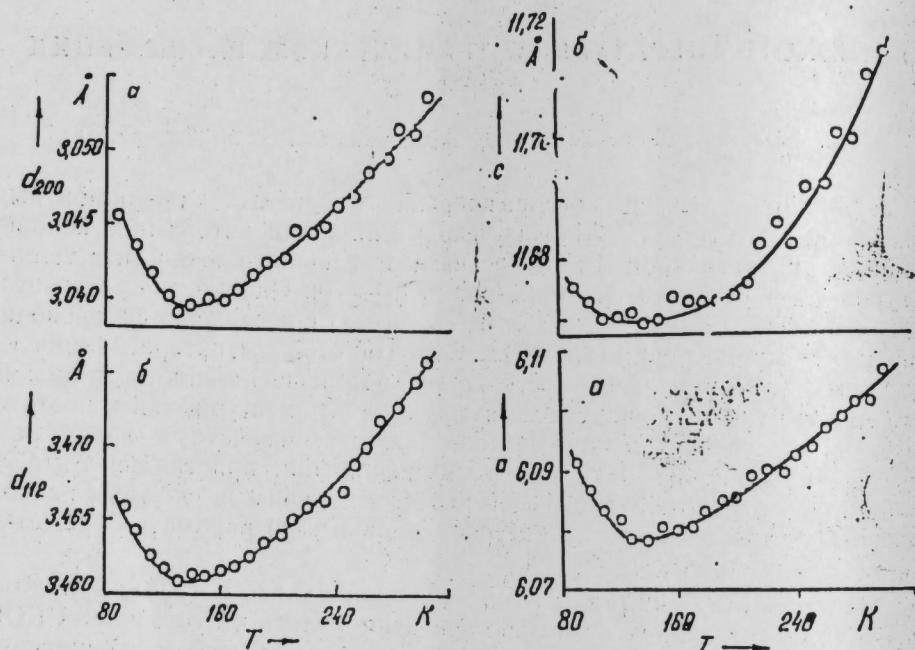


Рис. 1. Температурные зависимости межплоскостных расстояний  $d_{200}$  и  $d_{112}$  в  $\text{AgInSe}_2$

Рис. 2. Температурные зависимости параметров решетки в  $\text{AgInSe}_2$

Обычно термическое расширение твердых тел описывают использованием параметров Грюнайзена [11]. В случае с  $\text{AgInSe}_2$ , который кристаллизуется в одноосной халькопиритной структуре, нужно ввести два независимых параметра Грюнайзена  $\gamma_a$  и  $\gamma_c$ , которые связаны коэффициентами термического расширения ( $\alpha_a, \alpha_c$ ) через соотношения:

$$\gamma_a = \frac{V_m}{C_p} [(C_{11}^s + C_{12}^s)\alpha_a + C_{13}^s\alpha_c]$$

$$\gamma_c = \frac{V_m}{C_p} [2C_{13}^s\alpha_a + C_{33}^s\alpha_c],$$

где  $V_m$  — молярный объем,  $C_p$  — удельная молярная теплоемкость при постоянном давлении и  $C_{ij}$  — адиабатическая постоянная жесткости [12]. До сегодняшнего дня не сообщалось об экспериментальном определении  $C_{ij}$  и  $C_{p(T)}$  в  $\text{AgInSe}_2$  в интересующей нас температурной области, что затрудняет количественный анализ температурной зависимости  $\gamma_c$  и  $\gamma_s$ . Однако, не исключая других объяснений, можно предполагать существование низкоэнергетических колебательных мод решетки с отрицатель-

ной модой параметров Грюнайзена в  $\text{AgInSe}_2$ . К сожалению, знания относительно низкоэнергетических ветвей фононного спектра не достаточны.

В заключение, авторы искренно благодарят Органову Н. И. и Кузьмину О. В. за помощь в ориентировании кристаллов.

#### Литература

1. Makovetskaya L. A., Bodnar I. V., Korzun B. V. and Yaroshevich G. P. — Phys. Stat. Sol. (a), 1982, v. 74, No. 1, p. K59.
2. Глазов В. М., Мальсагов А. У., Крестовников А. Н. — Изв. АН СССР, неорг. мат., 1970, т. 6, № 1, с. 143—145.
3. Brühl H.-G., Neumann H., Pfeifer T. and Kühn G. — Phys. Stat. Solidi, (a), 1981, v. 66, No. 2, p. 597—600.
4. Neumann H., Deus P., Tomlinson R. D., Kühn G., Hinze B. — Phys. Stat. Solidi (a), 1984, v. 84, No. 1, p. 87—93.
5. Deus P., Neumann H., Kühn G. and Hinze B. — Phys. Stat. Solidi (a), 1983, v. 80, No. 1, p. 205—209.
6. Bodnar I. V., Orlova N. S. — Phys. Stat. Solidi (a), 1983, v. 78, No. 1, p. K59—K63.
7. Van der Zwaag S. — J. Mater. Sci., 1981, v. 16, No. 10, p. 2911—2915.
8. Reddy N. A., Kistaiab P., Satyarayana M. K. — High temp. — high pressures, 1983, v. 15, No. 5, p. 517—523.
9. Kistaiab P., Venudbar Y. S., Satyanarayana M. K., Jyengar L., Krishna R. — J. Phys. D: Appl. Phys., 1982, v. 15, No. 7, p. 1265—1272.
10. Kistaiab P., Venudbar Y. G., Murthy K., Satyanarayana J. L., Rao K. V. — J. Appl. Crystallogr., 1981, v. 14, No. 5, p. 281—284.
11. Новаикова С. И. Тепловое расширение твердых тел. — М.: Наука, 1975, с. 90.
12. Neumann H. — Crys. Res. and Technology, 1983, v. 18, No. 4, p. 483—490.

Институт физики АН АзССР

Поступило 14. II 1986

В. Э. Алиев, Н. Ч. Гусейнов, Л. М. Чапанова, В. В. Кодин

#### $\text{AgInSe}_2$ КРИСТАЛЛАРЫНЫН АШАҒЫ ТЕМПЕРАТУРЛАРДА ТЕРМИК КЕНИШЛЭНМƏСИ ҺАҒГЫНДА

Мәғаләдә көстәриләр ки,  $\text{AgInSe}_2$  кристалларында 90—300 К интервалында гәфәс параметрларының температур асылдылыгы өлчүлүшдүр. 300 К-дән башлајараг температур азалдыгча  $a$  вә  $c$  азалыр вә  $\sim 120$ —140 К температурда ишарәсини дәјишир. Алынмыш нәтижәләр халкопирит гурулушлу кристалларын Грюнайзен параметрләри илә изаһ едилмишдир.

V. A. Aliyev, G. D. Guseinov, L. M. Chapanova, V. V. Kodin

#### ABOUT LOW TEMPERATURE THERMAL EXPANSION IN $\text{AgInSe}_2$

The temperature dependences of the lattice parameters  $a$  and  $c$  of  $\text{AgInSe}_2$  are measured in the temperature range from 90 to 300 K. Both  $a$  and  $c$  decrease with decreasing temperature below 300 K and change its sign at  $T=120$ —140 K. The results are discussed in terms of the principal Grüneisen parameters of chalcopyrite structure crystals. It is proposed that there are low-energy lattice vibrational modes with Grüneisen parameters in  $\text{AgInSe}_2$ .

УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Г. Д. СУЛТАНОВ, Ю. А. ГУСЕПНОВ, Д. Т. ГУСЕПНОВ, Р. К. ВЕЛНЕР

ЯДЕРНОЕ ГАММА-РЕЗОНАНСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  $CdGaInS_4$

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

Полупроводниковое соединение  $CdGaInS_4$  обладает слоистой структурой. Кристаллическая структура  $CdGaInS_4$  содержит семь слоев с последовательностью ионных слоев в пакете ...S—In—S—Cd—S—Ga—S... [1, 2].

Авторы работы [1] предполагают, что химическая связь между атомами внутри слоя носит ковалентный характер, а между слоями является Ван-дер-ваальсовой. Ионы Cd занимают октаэдрические, а ионы In и Ga — тетраэдрические пустоты [2].

Расстояние между ионами Ga(In) и ионами S различны. Ниже приведены длины связей между ионами Ga(In) и ионами S [1]:

Длина связей	$d, \text{Å}$
Ga—S <sub>1</sub>	2305
Ga—S <sub>2</sub>	2415
In—S <sub>3</sub>	2455
In—S <sub>4</sub>	2725

Из различия длин связей между ионами Ga(In) и ионами S можно предположить неэквивалентность химических связей внутри тетраэдра.

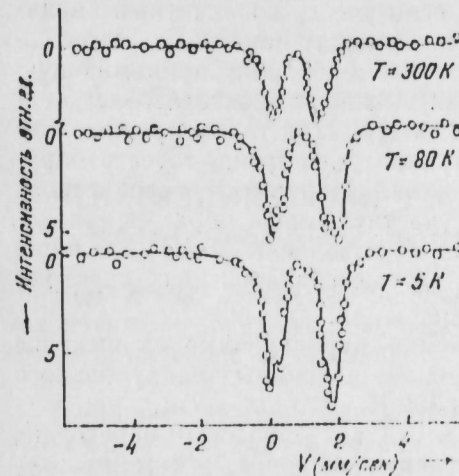
В настоящей работе сделана попытка получения сведений о химической связи между ионами Ga(In) и ионами S в соединении  $CdGaInS_4$  методом ядерного гамма-резонанса. Так как  $CdGaInS_4$  не содержит ядра, позволяющего провести ЯГР-исследования, произведена частичная замена ионов Ga ионами  $Fe^{57}$ .

В качестве источников  $\gamma$ -квантов использован  $Co^{57}$  в хrome. Источник имел комнатную температуру, а исследуемый образец находился при трех температурах: 5; 80 и 300 К.

На рис. 1 представлены мессбауэровские спектры  $CdCa_{0,97}Fe_{0,03}InS_4$ . Спектр при 300 К состоит из двух уширенных линий квадрупольного дублета, а при 5 и 80 К каждая линия дублета является суперпозицией двух слабо разрешенных линий, т. е. мессбауэровский спектр  $CdCa_{0,97}Fe_{0,03}InS_4$  при этих температурах содержит два дублета: крайний (линии 1 и 2) и внутренний (линии 3 и 4).

Наличие двух линий дублета в мессбауэровских спектрах обусловлено взаимодействием квадрупольного момента ядер  $Fe^{57}$  с градиентом электрического поля (ГЭП) на этих ядрах. Источниками ГЭП на ядрах  $Fe^{57}$  являются заряды окружающих ядро ионов и не целиком заполненные 3d-оболочки собственного атома. ГЭП, создаваемый полностью и

наполовину заполненной 3d-оболочкой, равен нулю. Трехвалентный ион железа имеет электронную конфигурацию  $3d^5$ . Пять 3d-электронов образуют наполовину заполненную оболочку со сферическим распределением заряда, которая не вносит вклада в градиент поля. Поэтому наблюдаемое в мессбауэровских спектрах соединений трехвалентного же-



Мессбауэровские спектры  $CdCa_{0,97}Fe_{0,03}InS_4$  при различных температурах

леза квадрупольное расщепление должно создаваться градиентом поля от окружающих ионов. Обычно величина квадрупольного расщепления для  $Fe^{57}$  не превышает 0,5 мм/сек и почти не зависит от температуры (исключая фазовые переходы, например, сегнетоэлектрические).

В соединениях двухвалентного железа ион  $Fe^{2+}$  имеет электронную конфигурацию  $3d^6$ , т. е. наполовину заполненную сферически симметричную оболочку и один внешний 3d-электрон. В свободном ионе этот электрон находится в вырожденном состоянии и не создает градиента поля на ядре, так же как и остальные пять внешних d-электронов, заполняющих наполовину 3d-оболочку. Однако, когда ион находится в кристаллическом поле, вырождение снимается, и этот шестой d-электрон может создавать ГЭП на ядре. В мессбауэровских спектрах соединений двухвалентного железа наблюдаются большие квадрупольные расщепления  $\Delta E \approx 2 \div 3,8$  мм/сек и зависимость величины этих расщеплений от температуры [3].

Выше было указано, что линии квадрупольного дублета спектра при температуре, равной 300 К, уширены. Причиной уширения линий квадрупольного дублета может быть разброс в величинах градиентов электрических полей на ядрах железа. Из уширения линий-дублета при 300 К можно сделать вывод о том, что ионы Fe в  $CdCa_{0,97}Fe_{0,03}InS_4$  занимают не эквивалентные кристаллографические положения с различными величинами ГЭП в этих положениях. Это особенно ясно видно из спектров при температурах 5 и 80 К. Наличие двух дублетов в спектрах при этих температурах указывает на то, что ионы Fe в  $CdCa_{0,97}Fe_{0,03}InS_4$  занимают два различных кристаллографических положения. При этих температурах различие в величинах ГЭП в этих положениях больше, чем при комнатной температуре. Увеличение этого различия приводит к слабому разрешению дублетных линий. Это означает, что ионы железа замещают не только ионы Ga, но и ионы In.

Величина квадрупольного расщепления (расстояние между центрами линий), определенная из спектра при 300 К, равна 1,25 мм/сек, а для двух дублетов при 80 К —  $1,4 \pm 0,03$  мм/сек (внутренний) и  $1,9 \pm 0,03$  мм/сек (крайний), соответственно.

УДК 541.139:542.971.3

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Чл.-корр. АН АзССР М. Н. РУСТАМОВ, О. Н. НОВРУЗОВ, М. М. СЕИДРЗАЕВА,  
Ф. М. АЛИЗАДЕ

### МАГНЕТОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИХ НИКЕЛЬ-АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Магнитные измерения широко применяются для изучения никелевых катализаторов, так как этим методом удобно определять физические и химические свойства катализаторов в различных этапах их генезиса и работы.

Для нанесенных никелевых катализаторов, обнаружено, что с уменьшением размера частиц никеля (от массивного до  $12 \cdot 10^{-10}$  м) температура Кюри ( $T_k$ ) падает от 638 К до 547 К [1—3]. При этом магнитный момент ( $\mu$ ) никеля уменьшается от 1,73 м Б до 1,1 м Б. Показано, что дисперсность нанесенного металла зависит от содержания носителя [4]. С ростом содержания  $Al_2O_3$  уменьшается средний размер частиц Ni [5].

Несмотря на то, что в литературе имеются отдельные сведения, посвященные изучению влияния дисперсности Ni на  $T_k$ , до настоящего времени не выявлено единое экспериментальное подтверждение зависимости дисперсности Ni от  $T_k$  [6—8]. Необходимо иметь в виду, что значительное отклонение  $T_k$  от  $T_k$  массивного никеля происходит также в частично восстановленных катализаторах, а также при хемосорбции кислорода на поверхности катализатора [9].

В настоящей статье исследовано влияние содержания и дисперсности никеля на магнитные свойства, а также на температуру Кюри цеолитсодержащих никель-алюмосиликатных катализаторов гидрокрекинга бензина.

Отметим, что разработанный нами импульсно-световой метод измерения термических коэффициентов [10, 11] оказался более удобным для точного определения температур фазовых превращений, в частности  $T_k$  чем термомагнитные методы исследования.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Катализаторы получены по методикам, описанным в работе [12]. Рентгенофазовые и электронномикроскопические (ЭМ) исследования проводились на дифрактограмме ДРОН-3 и на микроскопе JEM-7A, соответственно.

Магнитная восприимчивость ( $\chi$ ) и намагниченность насыщения ( $\sigma$ ) катализаторов измерены с использованием электромагнитных весов с фотоэлектрической компенсацией методом Фарадея [13, 14].

Для не работавших катализаторов, прокаленных в токе сухого воздуха при 825 К в течение 3 ч, зависимость  $\chi(T)$  следует закону Кюри.

Экспериментально полученные значения квадрупольного расщепления в несколько раз больше величины квадрупольного расщепления, характерной для  $Fe^{3+}$  и меньше величин, характерных для  $Fe^{2+}$ , т. е. ионы  $Fe$  в  $CdGa_{0,97}Fe_{0,03}InS_4$  не обладают электронными конфигурациями  $3d^5$  и  $3d^6$ , характерными для ионов  $Fe^{3+}$  и  $Fe^{2+}$ , соответственно. Найденные значения можно объяснить, если учесть ковалентный характер химической связи и различие длин связи между ионами  $Fe$ , заменяющими ионы  $Ga$  и  $In$ , и ионами  $S$ . В этом случае  $d$ -оболочку, принимающую участие в образовании ковалентной связи, можно охарактеризовать двумя различными параметрами: ковалентности [4]. При таком предположении  $3d$ -оболочка должна быть асимметрично расширена, то есть нарушено сферическое распределение зарядов. Нарушение сферического распределения зарядов  $3d$ -электронов, участвующих в образовании ковалентной химической связи, приведет к появлению ГЭП на ядре, который обуславливает наблюдаемые в мессбауэровских спектрах  $CdGa_{0,97}Fe_{0,03}InS_4$  квадрупольные расщепления.

Величины квадрупольного расщепления, определенные из спектров при температурах, равных 5 и 80 К, больше величины квадрупольного расщепления, найденной из спектра при 300 К.

В интервале температур 5—300 К в  $CdGaInS_4$  фазовый переход не обнаружен [5], т. е. изменение квадрупольного расщепления с температурой не связано с фазовым переходом. Увеличение величины квадрупольного расщепления связано, по-видимому, с возрастанием различий длин связей между ионами  $Fe$  и  $S$  при низких температурах. Возрастание различий длин связей приведет к еще большему нарушению сферического распределения  $d$ -оболочки. Вследствие этого, ГЭП на ядре возрастает, что и является причиной наблюдаемого увеличения величины квадрупольного расщепления.

В заключение отметим, что для количественной и более качественной интерпретации полученных экспериментальных результатов необходим расчет в рамках теории молекулярных орбиталей, который мы предполагаем провести.

#### Литература

1. Мехтиев Т. Р., Нани Р. Х., Гусейнов Г. Г. Некоторые вопросы экспериментальной и теоретической физики. — Баку: Элм, 1971, с. 201—202.
2. Кязимов М. Г., Амирасланов И. Р. — ДАН АзССР, 1983, т. 39, № 2, с. 19—21.
3. Шпинель В. С. Резонанс гамма-лучей в кристаллах. — М.: Наука, 1969.
4. Данон И. — Химические приложения мессбауэровской спектроскопии. — М.: Мир, 1970, с. 30—212.
5. Мамедов К. К., Велиев Р. К., Алджанов М. А., Мехтиев М. Н. — ФТТ, 1980, т. 22, № 12, с. 3723—3725.

Институт физики АН АзССР

Поступило 15. V 1986

Г. Ч. Султанов, Я. А. Гусейнов, Ч. Т. Гусейнов, Р. К. Велиев

#### НҮВӘ ГАММА-РЕЗОНАНС ҮСУЛУ ИЛӘ $CdGa_{0,97}Fe_{0,03}InS_4$ ТӘДГИГИ

Магаләдә  $CdGa_{0,97}Fe_{0,03}InS_4$  кристаллында 5, 80 вә 300 К температурда мессбауэр тәдгигаты апарылмышдыр. Көстәрилмишдирки, дәмип ионлары ики мұхтәлиф кристаллографияк вәзијәтдә јерләширләр. Спектрдә мұшәһидә едилән квадратил парчаланма кимјәви рабитәһи ковалент тәбиәти вә  $3d$  өртүјүнүн асимметрик кенишләнмәси илә изәһ олуиур.

G. D. Sultanov, Ya. A. Guseinov, Ch. T. Guseinov, R. K. Veliev

#### NUCLEAR GAMMA-RESONANCE INVESTIGATION OF $CdGaInS_4$

The Mössbauer effect is studied in  $CdGa_{0,97}Fe_{0,03}InS_4$  at the temperatures of 5, 80 and 300 K. It is shown that Fe ions occupy two different crystallographic positions. The observed quadrupole splitting in the spectrum is explained by covalent character of chemical bond asymmetric extension of  $3d$ -cover.

Этот факт, а также независимость  $\chi$  от напряженности магнитного поля указывают на отсутствие ферромагнитной фазы (металлического никеля) в составе катализаторов до работы. Эффективные магнитные моменты, рассчитанные на ион никеля, меняются в пределах 2,83—3,5 мБ.

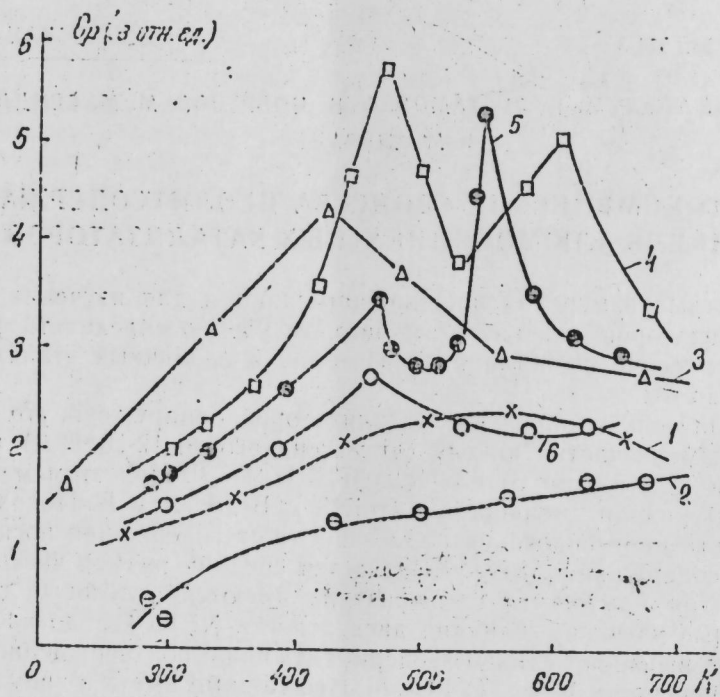


Рис. 1. Зависимость удельной теплоемкости от температуры (в отн. ед.) цеолитсодержащих никель-алюмосиликатных катализаторов  
1—1,5% вес; 2—2,7% вес; 3—6,3% вес; 4—7,55% вес;  
5—7,65% вес; 5—17,93% вес

Эти значения находятся в согласии со значениями  $\mu$  для ионов  $Ni^{2+}$  и близки данным, полученным в работе [15] для цеолитных катализаторов. ЭМ анализом показано, что в этих системах обнаруживается фаза закиси никеля и средний диаметр частиц не превышает  $10 \cdot 10^{-10}$  м.

Катализаторы после работы оказались ферромагнитными, что указывает на присутствие металлического никеля в их составе. Исследование рентгеноструктурным анализом подтвердило наличие металлического никеля в отработанных катализаторах. Образцы, содержащие 1,5; 2,7; 3,0 и 11,5% вес., оказались сверхпарамагнитными. Магнитные моменты этих образцов меняются в пределах от 6 мБ до 8,5 мБ, средний диаметр частиц Ni изменяется в интервале  $10 \div 22 \cdot 10^{-10}$  м.

Анализируя природу магнетизма в цеолитсодержащих Ni—Al—Si системах, можно сделать следующее заключение: в зависимости от дисперсности металлического и закиси никеля, катализаторы могут быть парамагнитными, ферромагнитными, и сверхпарамагнитными.

С целью изучения влияния дисперсности никеля на температуру Кюри, измерена удельная теплоемкость ( $C_p$ ) и коэффициент темпера-

туропроводности ( $\chi$ ) катализаторов после работы в интервале температур от 300 до 700 К. На рис. 1 показаны зависимости теплоемкости этих систем от температуры. Полученные максимумы на кривых зависимостей  $C_p$  (Т) обусловлены температурой Кюри металлического никеля. Причем  $T_k$  частиц с размерами  $750 \cdot 10^{-10}$  м совпадает с  $T_k$  массивного никеля (625 К). Заметное уменьшение  $T_k$  образцов, содержащие 6,3; 7,65 и 17,93% вес. Ni обусловлено увеличением дисперсности Ni.

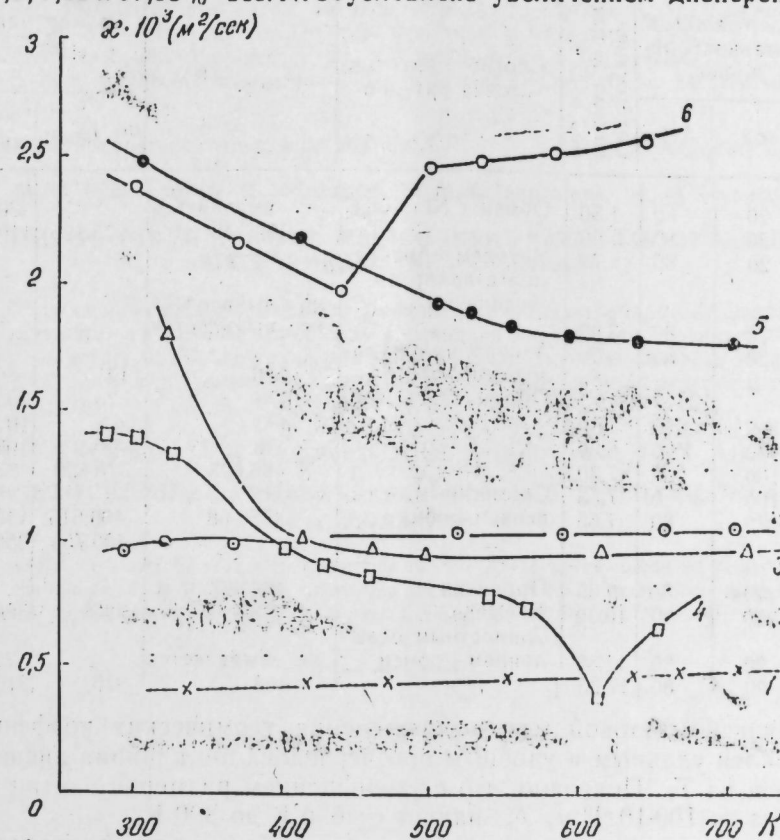


Рис. 2. Зависимость коэффициента температуропроводности от температуры Ni—Al—Si катализаторов:  
1—1,5% вес; 2—2,7% вес; 3—6,3% вес; 4—7,55% вес; 5—7,65% вес; 6—17,93% вес

На рис. 2 показана зависимость  $\chi$  (Т) для указанных образцов,  $\chi$  — высокодисперсных — суперпарамагнитных катализаторов, намного ниже, чем ферромагнитных. Высокая дисперсность хорошо проводящего массивного никеля приводит к заметному понижению температуропроводности и, следовательно, понижению теплопроводности катализаторов.

Для суперпарамагнитных катализаторов, содержащих 1,5; 2,7; 3 и 11,5% вес., как на кривых  $C_p$  (Т), так и на кривых  $\chi$  (Т), не обнаружены четко выраженные аномалии, последние обусловлены высокой дисперсностью Ni, размеры частиц которых составляет меньше  $100 \cdot 10^{-10}$  м.

В таблице представлены сравнительные данные о размерах частиц Ni, полученные по  $T_k$  и по ЭМ. Эти данные практически хорошо согла-

суются. Причем дисперсность образцов зависит как от содержания Ni, так и от метода приготовления катализаторов.

Таблица 3

Влияние дисперсности никеля на температуру Кюри в цеолитсодержащих Ni—Al—Si катализаторах

№ № п/п	Содержание в катализаторе % вес.		Содержание никеля в кат-ре, вес. %	Способ приготовления кат-ров	T <sub>Кюри</sub> (К)	Размер частиц, 10 <sup>-10</sup> м	
	цеол	АС				по T <sub>Кюри</sub>	по ЭМ-анализу
1	20	80	1,50	Обмен с Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	не выявляется		
2	20	80	2,00	"	398,348	225,125	80—150
3	20	80	2,70	Методом обработки металлорган. соединений	не выявляется		110—220
4	20	80	3,00	"	не выявляется		10
5	20	80	4,90	Адсорбцией из газовой фазы	не выявляется		10
6	100	0	5,50	Обмен с Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	350	125	80—300
7	100	0	6,30	"	573	625	250—680
8	100	0	7,30	"	433	325	100—320
9	100	0	7,55	"	473	400	100—400
10	20	80	7,65	Совместным осаждением+обмен	486,623	375,620	2302750
11	20	80	9,35	"	475,568	400,615	140—350
12	20	80	10,30	Пропитка Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	468,623	400,750	350—750
13	20	80	11,50	Совместным осаждением+обмен	433	325	300—480
14	20	80	17,93	"	не выявляется		22—115
					468	375	310—520

Импульсно-световой метод определения термических коэффициентов, оказался удачным и удобным при исследовании влияния дисперсности никеля на T<sub>к</sub>. Показано, что с уменьшением размеров частиц Ni от 750·10<sup>-10</sup> м до 100·10<sup>-10</sup> м, T<sub>к</sub> падает от 630 К до 300 К.

Найдена связь между дисперсностью и обменным интегралом для никеля: при переходе катализаторов из ферромагнитного состояния в сверхпарамагнитное, обменный интеграл приближается к нулю, а размеры частиц никеля — к постоянному минимальному значению.

#### Литература

1. Studies of Supported Nickel Catalysts. The Effect of the Support. — 1-st Middle Atlantic Regional Meeting of the American Chemical Society, Philadelphia, February, 3—4, 1966.
2. Carter I. L. and Sinfeld I. H. Catalysis over Supported Metals. VI. The Application of Magnetic Studies in the Interpretation of the Catalytic Properties of Nickel. — J. Phys. Chem., 1966, v. 70, No. 9, p. 3003—3006.
3. Carter I. L. and Sinfeld I. H. The Paramagnetic Susceptibility of Supported Nickel. — J. Catalysis, 1968, v. 10, No. 2, p. 134—139.
4. Carter I. L., Cusumano I. A. and Sinfeld I. H. Catalysis over Supported Metals. V. The Effect of Crystallite Size on the Catalytic Activity of Nickel. — J. Phys. Chem., 1966, v. 70, No. 7, p. 2257—2263.
5. Francis D. B. Joint Studies by X-Ray Photoelectron Spectroscopy and Analytical Electron Microscopy of the Dispersion of Nickel Oxide Supported on Silica-Aluminas. — J. Chem. Soc., Faraday Trans., 1980; No. 8, Part 1, 76, p. 1766—1772.
6. Selwood P. W. Chemisorption and Magnetization. — New York: Academic Press, 1975.
7. Tungler A., Petro J., Mathe T., Csirós Z., Lugosi K. Magnetic Studies on Ni-Catalysts. — Acta chim. Acad. Sci., Hung., 1973, t. 79(3), p. 289—300.
8. Derovane E. G., Simoens A., Colin C. Effect of Particle Size and Degree of Reduction on the Magnetic Properties of Dispersed Nickel Catalysts. — J. Catalysis, 1978, v. 52, p. 50—58.
9. Слишкин А. А.,

Юффа А. Я., Стахеев А. Ю., Кучеров А. В., Федоровская Э. А., Рубинштейн А. М. Кинетика и катализ, 1984, 25, № 1, 245—247. 10. Жуле В. П., Новрузов О. Н., Шельных А. И. Передовой научно-технический и производственный опыт, № 18-67-576/55, 1967, с. 1—11. 11. Сеидрзаева М. М., Абадзаде А. И., Рустамов М. И., Новрузов О. Н., Тимаков И. А. Тезисы республиканской научно-технической конференции молодых ученых-химиков. — Баку, 1980, с. 5. 12. Рустамов М. И., Алиев В. С. и др. Сибирские чтения по катализу: Тез. Всесоюзного совещания. — Новосибирск, 1978, с. 146—149. 13. Новрузов О. Н., Сеидрзаева М. М., Мусаев А. М. — Изв. АН АзССР, сер. физ.-техн. и мат. наук., 1976, № 4, 106—109. 14. Новрузов О. Н., Мусаев А. М., Гаджиев Э. М., Сеидрзаева М. М. — Изв. АН АзССР, сер. физ.-техн. и мат. наук., 1981, № 1, 98—101. 15. Рубинштейн А. М., Миначев Х. М., Слишкин А. А. и др. — Изв. АН СССР, сер. хим., 1968, № 4, с. 786—790; Egerton T. A., Viceman Y. C. — J. Chem. Soc., Faraday Trans., 1973, No. 1, p. 39.

Институт нефтехимических процессов АН АзССР

Поступило 3. VI 1986

М. И. Рустамов, О. Н. Новрузов, М. М. Сеидрзаева, Ф. М. Элизадэ

#### СЕОЛИТТЭРКИБЛИ НИКЕЛ-АЛУМОСИЛИКАТ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНЫН МАГНЕТОКИМЈЭВИ ХАССЭЛЭРИ

Мәгаләдә сеолиттәркибли никел-алумосиликат катализаторларынын магнит хассәләринин өрәңилмәсиндән бәһс едилир вә көстәрилик ки, никелин вә никел оксининин дисперлијиндән асылы олараг, катализатор парамагнит, суперпарамагнит вә ферромагнит һалында ола биләр. Никел зәррачикләринин өлчүсү Күри температуруна тәсир көстәрир.

M. I. Rustamov, O. N. Novruzov, M. M. Seid-Rzayeva, F. M. Alizade

#### MAGNETOCHEMICAL PROPERTIES OF Ni—Al—Si-ZEOLITE-CONTAINING CATALYSTS

The results of study of magnetic properties of Ni—Al—Si-zeolite-containing catalysts are presented in the article. It is shown that depending on NiO and Ni dispersity the catalysts can be paramagnetic, super-paramagnetic and ferromagnetic; the dispersity of Ni is affected by Curie temperature.

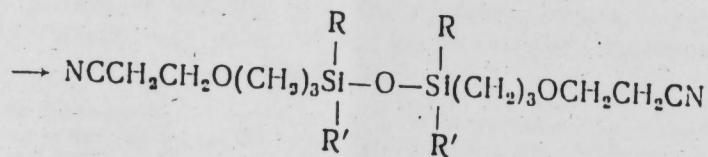
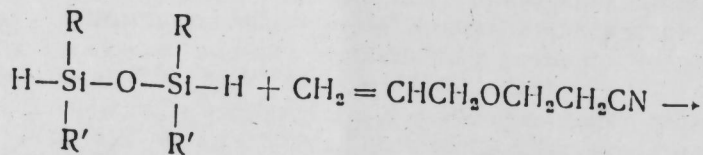
Р. А. СУЛТАНОВ, К. М. РУСТАМОВ

СИЛОКСАНСОДЕРЖАЩИЕ ДИНИТРИЛЫ

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

Динитрилы, не содержащие атом кремния, являются исходным сырьем для синтеза ряда дифункциональных мономеров (дикислот, диаминов) и поликонденсационных полимеров [1]. Наличие в мономерах указанного типа и в полученных из них полимерах атома кремния должно придавать им специфические химические и физико-технические свойства. В частности, можно ожидать, что полимеры этого типа должны обладать повышенной термостабильностью и морозостойкостью, большей устойчивостью к растворителям и агрессивным средам, меньшей горючестью и т. д. Несмотря на это, в литературе отсутствуют какие-либо систематические исследования в области синтеза кремнийсодержащих динитрилов.

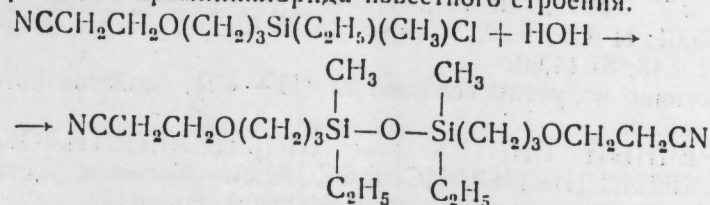
В настоящей работе для выяснения возможности получения силоксансодержащих динитрилов и изучения их свойств осуществлено в продолжение ранее начатых исследований [2, 3] присоединение тетраалкилдисилоксанов к β-цианоэтиловому эфиру аллилового спирта в присутствии катализатора Спайера при соотношении реагирующих компонентов 1:2 соответственно.



R = CH<sub>3</sub>, R<sup>1</sup> = C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> (I), C<sub>3</sub>H<sub>7</sub> (II), C<sub>3</sub>H<sub>7</sub> (III); R = R<sup>1</sup> = CH<sub>3</sub> (IV), C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> (V), OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub> (VI).

Строение полученных аддуктов, чистота которых контролировалась методом ТСХ, доказано ИК-спектроскопией и встречным синтезом. В ИК-спектрах всех полученных соединений (I—VI) присутствует полоса поглощения при 1045 см<sup>-1</sup>, характеристичная колебаниям дисилоксановой группировки, а также частоты 1255 и 2250 см<sup>-1</sup>, присущие Si—C и C≡N соответственно [4]. Полосы, характеризующие связь Si—H и C=C в спектрах, отсутствовали.

Порядок присоединения диметилдиэтилдисилоксана к исследуемому непредельному нитрилу доказан встречным синтезом, путем гидролиза цианосодержащего кремнийхлорида известного строения.



Физические свойства, в том числе и ИК-спектры динитрила (I), полученного прямым гидросилилированием и встречным синтезом, оказались идентичными. Следовательно, тетраалкилдисилоксаны присоединяются к β-цианоэтиловому эфиру аллилового спирта по кратной связи аллильного радикала с образованием силоксансодержащих динитрилов, причем дисилоксановая группировка фиксируется у периферийного атома углерода связи C=C.

Полученные кремнединитрилы оказались соединениями с высокой реакционной способностью и легко вступали в различные химические превращения без заметного отщепления β-цианоэтильного радикала. В частности, при каталитическом гидрировании динитрила (IV) и омылении динитрила (I) получены соответствующие кремнийсодержащие диамины (VII) и дикислоты (VIII). В их спектрах имеются интенсивные полосы при 3410 и 1740 см<sup>-1</sup>, характерные валентным колебаниям H<sub>2</sub>N и C=O групп соответственно [5].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

β-Цианоэтиловый эфир аллилового спирта получен цианоэтилированием аллилового спирта. Т. кип. 83° (15 мм), n<sub>D</sub><sup>20</sup> 1,4335, d<sub>4</sub><sup>20</sup> 0,9358.

ИК-спектры снимали в тонком слое на спектрометре UR-20 с призмой NaCl и LiF.

α,ω - ДИ/(β - ЦИАНОЭТИЛОКСИ)ПРОПИЛ/ДИМЕТИЛДИСИ-

Таблица

Свойства силоксансодержащих динитрилов\*

№ соединения	Выход, %	Т. кип., °C (p, 0.5 мм)	n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	d <sub>4</sub> <sup>20</sup>	MR	
					найд.	выч.
II	64	229—231	1,4579	0,9716	115,92	116,14
III	52	231—232	1,4570	0,9704	115,86	116,14
IV	67	161—162	1,4511	0,9762	98,99	98,52
V	65	233—234	1,4565	0,9703	115,69	116,56
VI	70	247—248	1,4423	1,0567	119,46	120,08

\* Найденный элементный состав соответствует вычисленному.

ЛОКСАН (I). 22,2 г свежеперегнанного β-цианоэтилового эфира аллилового спирта, 16,2 г диметилдиэтилдисилоксана и 100 мл безводного бензола, содержащего 0,2 мл 0,1 н раствора платинохлористоводородной кислоты в абсолютном изопропиловом спирте кипятили 50 часов. После



отгонки растворителя и не вошедших в реакцию компонентов вакуумной перегонкой выделено 24,9 г динитрила (I). Т. кип. 182° (0,5 мм),  $n_D^{20}$  1,4493,  $d_4^{20}$  0,9617, MR 107,32, вып. 107, 54. Выход 62%. Найдено %: С 56,39, 56,61; Н 9,22, 9,39; S: 14,43, 14,72.  $C_{18}H_{36}N_2O_3Si_2$ . Вычислено %: С 56,20; Н 9,43; Si 14,60.

Аналогично получены соединения (II—VI), свойства которых приведены в таблице.

**ВСТРЕЧНЫЙ СИНТЕЗ  $\alpha$ ,  $\omega$ -ДИ/( $\beta$ -ЦИАНОЭТИЛОКСИ)ПРОПИЛ/ДИМЕТИЛДИЭТИЛДИСИЛОКСАНА.** К смеси, состоящей из 21,9 г  $\gamma$ ( $\beta$ -цианоэтилокси) пропилметилэтилхлорсилана и 70 мл эфира при интенсивном перемешивании медленно приливали 100 мл воды. Смесь перемешивали еще 5 часов при комнатной температуре, а затем отделили водный слой от органического. После обычной обработки и отгонки растворителя из остатка вакуумной перегонкой выделено 15,3 г динитрила (I). Т. кип. 181—183° (0,5 мм),  $n_D^{20}$  1,4498,  $d_4^{20}$  0,9628.

**$\alpha$ ,  $\omega$ -ДИ/( $\beta$ -АМИНОПРОПОКСИ)ПРОПИЛ/ТЕТРАМЕТИЛДИСИЛОКСАН (VII).** В автоклав, воздух из которого эвакуирован газом, загрузили 17,8 г свежеперегнанного динитрила (IV) в 60 мл сухого диоксана и 3,4 г скелетного кобальтового катализатора. Затем в автоклав подавали сухой водород и реакционную смесь нагревали при температуре 80—85°C. На следующий день катализат разогнали, вначале при атмосферном давлении для отбора диоксана, а затем при пониженном. Получено 15,1 г диамина (VII) с т. кип. 173° (3 мм),  $n_D^{20}$  1,4565,  $d_4^{20}$  0,9443, MR 105,05, вып. 105,70. Выход 83%. Найдено %: С 56,45, 56,73; Н 11,17, 11,28; Si 15,23, 15,56.  $C_{16}H_{40}N_2O_3Si_2$ . Вычислено %: С 52,66; Н 11,05; Si 15,40. Чистота диамина (VII), определенная ацидиметрическим титрованием, составляла 99,1%.

**$\alpha$ ,  $\omega$ -ДИ/( $\beta$ -КАРБОКСИЭТИЛОКСИ)ПРОПИЛ/ДИМЕТИЛДИЭТИЛДИСИЛОКСАН (VIII).** 19,2 г динитрила (I) и 40 мл концентрированной соляной кислоты перемешивали в колбе с обратным холодильником в течение 3 часов при температуре 60°C. Затем смесь отделили от кристаллов хлористого аммония, экстрагировали эфиром. Эфирные вытяжки многократно промывали водой и сушили сульфатом магния. После отгонки растворителя получено 20,3 г дикислоты (VIII).  $n_D^{20}$  1,4643,  $d_4^{20}$  1,0456, MR 111,61, вып. 110,88. Найдено %: С 51,36, 51,51; Н 9,23, 9,42; Si 13,30, 13,52.  $C_{18}H_{36}O_7Si_2$ . Вычислено %: С 51,15; Н 9,06; Si 13,39.

### Выводы

Разработан метод получения силоксансодержащих динитрилов путем присоединения тетраалкилдигидриддисилоксанов к  $\beta$ -цианоэтилово-му эфиру аллилового спирта в присутствии платинохлористоводородной кислоты. Показано, что полученные динитрилы являются реакционно-способными соединениями и легко вступают в реакции каталитического гидрирования и омыления с образованием соответствующих производных кремния.

### Литература

1. Зильберман Е. Н. Реакции нитрилов. — М.: Химия, 1972. 2. Султанов Р. А., Раджабов М. И., Таравердиев Ш. А., Байрамов Г. К. — ЖОрХ, 1976, 46, 2534. 3. Султанов Р. А., Газаров Т. Ш., Сарыев Г. А. — ЖОрХ, 1984, 54, 1122. 4. Бажаит Б.

Хваловски В., Ратоуски И. Силиконы. — ГХИ, 1960. 5. Кросс А. Введение в практическую инфракрасную спектроскопию. — М., 1968.

Сумгаитский филиал АЗИНЕФТЕХИМа  
им. М. Азизбекова

Поступило 25. I 1985

Р. А. Султанов, К. М. Рустамов

### СИЛОКСАН ТЭРКИБЛИ ДИНИТРИЛЛЭР

Мағалада платингидрохлорид туршусуун иштиракы илэ тетраалкилдигидридди-  
локсанларын аллил спиртинин  $\beta$ -сианэтилефирина бирлэшэрэк силоксан тэркибли динит-  
риллэри алынма үсүлү ишлэниб һазырланмышдыр. Көстэрилмишидир ки, алынмыш динит-  
риллэр реаксияжакирма габилитетинэ малик олуб, каталитик гидрогенләшмэ вэ сабун-  
лашма реаксияларына аспилыгла кирэрэк, мунафиг силенум төрэмэлэринин эмэлэ кө-  
тирир

R. A. Sultanov, K. M. Rustamov

### SILOXANE-CONTAINING DINITRILES

A method is developed for obtaining siloxane-containing dinitriles by the addition of tetraalkyl-  
dihydrated siloxanes to  $\beta$ -cyanoethyl ether of allyl alcohol in the presence of platinumhydrochloric  
acid. It is shown, that the resulting dinitriles are reactive compounds, readily involved in catalytic  
hydrogenation and saponification reactions with the formation of respective silicon derivatives.

Член-корр. АН АзССР Н. Д. ТАИРОВ, Ф. Г. КЕРИМОВА, М. А. БАРЯКИНА

### ВЗАИМОВЫТЕСНЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ЖИДКОСТЕЙ И ВОД В ЩЕЛЯХ В ОТСУТСТВИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ НА КОНЦАХ МОДЕЛИ

Капиллярные явления в пласте, без учета которых трудно прогнозировать истинную нефтеотдачу пласта, являются одним из основных факторов, оказывающих влияние на вытеснение нефти водой. Механизм движения в пористой среде многофазных систем в значительной степени зависит от капиллярных явлений. Даже при вытеснении углеводородных жидкостей (нефтей) водой из однородных пористых сред капиллярные явления играют важную роль.

Ранее проведенными исследованиями установлена возможность вытеснения воды из пористой среды различной углеводородной жидкостью в отсутствие гидродинамического перепада давления [1]. Проведенными исследованиями также изучено влияние рН воды на взаимовытеснение жидкости и воды из пористой среды в отсутствие внешнего гидродинамического перепада давления.

Исследования показали, что если насытить пористую среду углеводородной жидкостью и привести ее в контакт с водой, или, наоборот, насытить среду водой, имеющей различные рН и привести эту водонасыщенную среду в контакт с углеводородной жидкостью то в обоих случаях наблюдается проникновение антиполярной жидкости в пористую среду и вытеснение оттуда прямогоком или противотоком воды с различной рН или углеводородной жидкости в условиях равенства нулю внешнего перепада давления на концах модели пористой среды [2].

Результаты исследований говорят о том, что при контакте углеводородных жидкостей, содержащих поверхностно-активные вещества, с твердой фазой, на поверхности твердой фазы образуется граничный слой (пленка), толщина которого зависит как от физико-химических свойств жидкости, так и от природы твердой фазы. Очевидно, что эти граничные эффекты оказывают существенное влияние на процесс фильтрации нефтей в пористых средах.

В. В. Карасев и Б. В. Дерягин [3] отмечают, что на идеально гладкой, лишенной микропор поверхности эта толщина может быть несколько меньше. Наши исследования показали, что для углеводородных жидкостей, содержащих поверхностно-активные вещества, толщина этой пленки может оказаться значительной. Известно, что ПАВ, находящиеся в нефти, увеличивают толщину и прочность пленки, ПАВ же, находящиеся в воде, наоборот, уменьшают ее величину. Для физического объяснения полученных результатов с учетом вышесказанного впервые исследовано взаимовытеснение углеводородных жидкостей и вод в щелях и единичных капиллярах. Опыты проводились при температуре 20—

50 °С. Для проведения экспериментов собрана установка. Основной частью установки является щель, созданная двумя пластинами из оргстекла. Длина щели  $l=450$  мм, ширина  $b=38$  мм. Раскрытие щели  $h=0,1$  мм, фиксировалось уложенной по периметру прокладкой из фольги.

Использование модели из органического стекла позволило проводить визуальные наблюдения за процессом вытеснения жидкостей в щелях.

Опыты состояли в том, что щелевая модель насыщалась в одном случае углеводородной жидкостью, которая вытеснялась водой с различной рН, в другом случае, наоборот, модель насыщалась водой с различной рН и вытеснение проводилось углеводородной жидкостью.

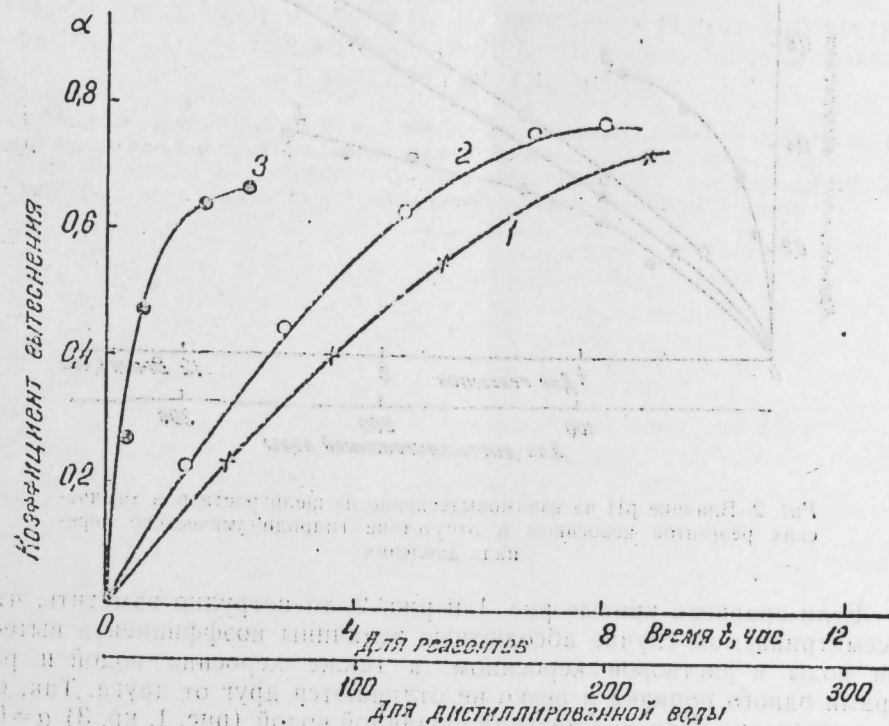


Рис. 1. Влияние рН на взаимовытеснение из щели керосина растворами химических реагентов в отсутствие гидродинамического перепада давления

На рис. 1 показаны результаты, полученные при капиллярном вытеснении из щели при 50 °С керосина дистиллированной водой (кр. 3), 0,25% раствором едкого натра (кр. 1) и 10% раствором соляной кислоты (кр. 2). Как видно из рис. 1, в данном случае, как и в пористой среде [2], наименьшая величина коэффициента вытеснения ( $\alpha=0,66$ ) наблюдается при вытеснении керосина дистиллированной водой. Коэффициент вытеснения возрастает до 0,78 при вытеснении керосина раствором  $\text{HCl}$  и до 0,74 при вытеснении раствором  $\text{NaOH}$ .

Соответственно время вытеснения наименьшее при вытеснении 10% раствором  $\text{HCl}$  (8 ч).

На рис. 2 приведены кривые зависимости коэффициента вытеснения керосинном дистиллированной воды при температуре 20 °С (кр. 4) и 50 °С (кр. 3) раствора  $\text{NaOH}$  (кр. 1) и раствора  $\text{HCl}$  (кр. 2) при температуре 50 °С в отсутствие гидродинамического перепада давления на концах модели.

Как видно из рис. 2, в отсутствие гидродинамического перепада давления на концах модели вода и растворы реагентов при повышенных температурах самопроизвольно вытесняются керосином. При этом наименьшая величина коэффициента вытеснения наблюдается в случае вытеснения дистиллированной воды керосином. Величина  $\alpha$  возрастает при переходе к щелочной и кислой водам.

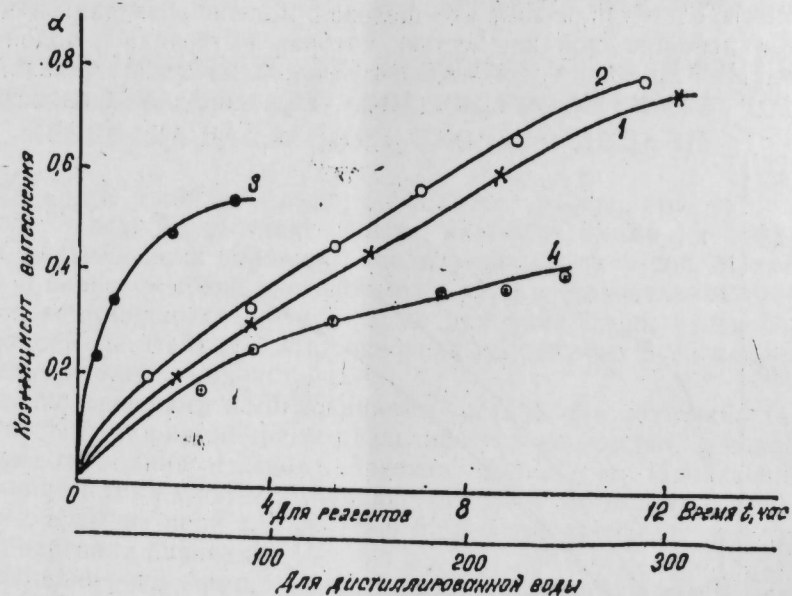


Рис. 2. Влияние pH на взаимовытеснение из щели растворов химических реагентов керосином в отсутствие гидродинамического перепада давления

Если сравнить кривые рис. 1 и рис. 2, то нетрудно заметить, что в рассматриваемом случае абсолютные величины коэффициента вытеснения воды и растворов керосином, а также керосина водой и растворами одного порядка и резко не отличаются друг от друга. Так, если при вытеснении керосина дистиллированной водой (рис. 1, кр. 3)  $\alpha = 0,66$ , то при вытеснении воды керосином (рис. 2 кр. 3)  $\alpha = 0,55$ . При вытеснении керосина 10% раствором HCl (рис. 1 кр. 2)  $\alpha = 0,72$  и т. д. Таким образом, проведенные опыты показали, что независимо от того, какой жидкостью насыщается щель, происходит ее вытеснение антиполярной жидкостью в отсутствие гидродинамического перепада давления на концах модели.

Механизм этого явления изучается.

#### Литература

1. Абасов М. Т., Таиров Н. Д., Керимова Ф. Г., Аббасов М. И. — ДАН АзССР, 1981, т. XXVII, № 1, с. 61.
2. Таиров Н. Д., Абдуллаева А. А., Асадов А. Ш. — Изв. АН АзССР, сер геол.-геогр. наук и нефти, 1961, № 5.
3. Карасев В. В., Дерягин Б. В. — Журнал физической химии, т. 33, вып. 1, 1959, с. 100 — 106.

ИПГНМ АН АзССР

Н. Ч. Таиров, Ф. Г. Керимова, М. А. Барякина

### ЧАТЛЫ ЛАЈ МОДЕЛИНДЭН, ОНУН НАИЈЭЛЭРИНДЭКИ ТЭЗЈИГЛЭР ФЭРГИНИИ СЫФРА БЭРАБЭР ОЛМАСЫ ШЭРТИЛЭ КАРБОИДРОКЕНЛИ МАЈЕЛЭРИН ВЭ СУЈУН ГАРШЫЛЫГЛЫ СЫХЫШДЫРЫЛМАСЫ

Магалэдэ чатлы лај моделиндэн, онун наијэлэриндэки тэзјиглэр фэргини сыфра бэрабэр олмасы шэртилэ карбоидрокенли мајелэрин вэ сујун гаршылыгылы сыхышдырылмасы тэчрүби јолларла өјрэнилмишдир.

Чатлы моделин һансы маје илэ дојдурулмасындан асылы олмајараг, наијэлэрдэ тэзјиглэр фэргини сыфра бэрабэр олмасы шэртилэ онун антиполјар маје илэ сыхышдырылмасы мүшаһидэ олунмушдур.

N. D. Tairov, F. G. Kerimova, M. A. Baryakina

### RECIPROCAL DISPLACEMENT OF HYDROCARBON FLUIDS AND WATERS FROM A SLOT IN THE ABSENCE OF HYDRODYNAMIC PRESSURE DROP AT THE ENDS OF THE MODEL

Reciprocal displacement of hydrocarbon fluids and waters in slots without taking into account hydrodynamic pressure drop at the ends of the model is studied experimentally.

It is stated that independently of the fluid saturating the slot, it is displaced with an anti-polar fluid in the absence of hydrodynamic pressure drop at the ends of the model.

Т. К. ТЕПМУРОВ

О РАСЧЕТЕ БЕЗНАПОРНЫХ ВОДОВОДОВ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ С ПЕРЕМЕННЫМ ПО ДЛИНЕ РАСХОДОМ

(Представлено членом-корреспондентом АН СССР В. Р. Волобуевым)

До недавнего времени при проектировании гидроэнергетических и гидромелиоративных объектов, работающих с изменением расхода вдоль пути, водовод обычно разбивался на ряд элементарных участков, и каждый из них рассчитывался по среднему расходу (полусуммы начального и конечного расходов), а гидравлические показатели (потери напора, распределение давлений и скоростей) определялись по формулам гидравлики для равномерного движения. Между тем опыт проектирования показал, что этот путь грешит большими неточностями и ошибками.

В наиболее приближенной к реальной степени течение потока в таких водоводах описывается уравнениями гидродинамики с применением теории движения жидкости с переменным расходом вдоль пути, в основе которых лежат уравнения динамики точки переменной массы, впервые полученные И. В. Мещерским.

Вопросы теории движения жидкости с изменяющимся по пути расходом и их практическое приложение получили развитие в трудах И. Хиндса, В. М. Маккавеева, И. М. Коновалова, Г. А. Петрова, А. Л. Миловича, Т. Г. Войнич-Сеноженцкого, W. Li и других ученых.

Как известно, медленно изменяющееся движение потока в открытом русле с присоединением расхода по пути описывается дифференциальным уравнением [2]:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i_0 - i_f - \frac{\alpha(2-m)Q}{g\omega^2} \cdot \frac{dQ}{dl} + \frac{\alpha C^2}{g\omega} \cdot \frac{d\omega}{dl}}{1 - \frac{\alpha Q^2 B}{g\omega^3}} \quad (1)$$

где:  $\omega$ ,  $h$  и  $B$  — соответственно: площадь, глубина и ширина поверху живого сечения потока;

$l$  — координата длины;

$Q$  — расход в живом сечении с координатой  $l$ ;

$i_0$  — уклон дна р, сла;

$i_f = \frac{Q^3}{C^2 K \omega^2}$  — гидравлический уклон трения;

$m = \frac{v_1}{v}$  — коэффициент присоединения расхода,

равный отношению проекции на ось движения скорости присоединяющегося расхода  $v_1$  к средней скорости  $v$  в живом сечении основного потока;

$\alpha$  — корректив неравномерности распределения скорости в живых сечениях потока.

В случае макротурбулентного режима течения потока, когда потери энергии в результате «смешения масс» и макротурбулентного перемешивания значительно превышают гидравлические сопротивления, уравнение (1) применительно к призматическим руслам ( $\frac{d\omega}{dl} = 0$ ) принимает вид:

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i_0 - \frac{\alpha(2-m)Q}{g\omega^2} \cdot \frac{dQ}{dl}}{1 - \frac{\alpha Q^2 B}{g\omega^3}} \quad (2)$$

Уравнение (2) приводится к квадратурам только в случае, когда уклон дна  $i_0 = 0$ , что в практике встречается сравнительно редко. При  $i_0 \neq 0$  для практических расчетов обычно используется приближенное решение данных уравнений по методу конечных разностей [3]. Для получения необходимой точности вычислений длину водовода  $L$ , на которой происходит изменение расхода, приходится разбивать на значительное число небольших расчетных участков, так как в каждом из расчетных сечений глубина потока вычисляется путем последовательных приближений, то расчеты являются довольно трудоемкими. Между тем, расчет можно значительно упростить, представив уравнение (2) в форме с безразмерными параметрами [1, 4]:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{Ay^3 - (2-m)Fr_k xy}{y^3 - Fr_k x^2} \quad (3)$$

где

$x = \frac{l}{L}$ ;  $y = \frac{h}{h_k}$  — переменные, выраженные в относительной к

своим конечным значениям форме;  $A = \frac{i_0 L}{h_k}$ ;

$Fr_k = \frac{\alpha q^2 l^2}{g B^2 h_k^3}$  — число Фруда в конечном сечении участка.

В случае, когда  $A = 0$  (т. е. при  $i_0 = 0$ ) уравнение (3) имеет решение:

$$2y^3 - [(4-3m)Fr_k + 2] \cdot y^{\frac{2}{2-m}} + (4-3m)Fr_k x^2 = 0; \quad (4)$$

в частных случаях:

1) когда  $m = \frac{v_1}{v} = 0$ ,

$$y^3 - (2Fr_k + 1) \cdot y + 2Fr_k x^2 = 0, \quad (5)$$

в начальном сечении ( $x = x_n = 0$ )

$$y_n = (2Fr_k + 1)^{0.5}. \quad (5a)$$

2) когда  $m = \frac{v_1}{v} = 1$ ,

$$2y^3 - (Fr_k + 2)y^2 + Fr_k \cdot x^2 = 0, \quad (6)$$

в начальном сечении ( $x = x_n = 0$ )

$$y_n = 1 + \frac{Fr_k}{2} \quad (6a)$$

В случае, когда  $A \neq 0$  (т. е.  $i_0 \neq 0$ ) уравнение (3) удается привести к квадратурам только в случае  $m = \frac{v_1}{v} = 1$ . В этом случае оно имеет решение:

$$2y^2 - [2 + Fr_k - 2A(1-x)]y^2 + Fr_k x^2 = 0, \quad (7)$$

в начальном сечении ( $x = x_n = 0$ )

$$y_n = 1 + \frac{Fr_k}{2} - A \quad (7a)$$

В случае, когда  $A \neq 0$  ( $i_0 \neq 0$ ) и  $m = \frac{v_1}{v} = 0$ , уравнение (3) привести к квадратурам не удается. Однако, используя данные численного интегрирования уравнения (3) на ЭВМ методами Рунге-Кутты и Эйлера, нами получено приближенное выражение для решения (3) в виде:

$$y \left\{ \left[ y + A \left( 1 - \frac{A}{7} \right) (1-x) \right]^2 - (1 + 2Fr_k) \right\} + 2Fr_k x^2 = 0 \quad (8)$$

в начальном сечении ( $x = x_n = 0$ )

$$y_n = (1 + 2Fr_k)^{0,5} - A + \frac{A^2}{7} \quad (8a)$$

С помощью уравнений (5—8а) можно определить соответствующие величины  $y_n$  при фиксированных значениях  $x_n$  ( $x_1 = \frac{l_1}{L} = 0$ ;  $x_2 = \frac{l_2}{L} = 0,1$ ;  $x_3 = \frac{l_3}{L} = 0,2$ ) и вычислить глубины потока в сечениях с координатами  $l_n = x_n \cdot L$

$$h_n = y_n \cdot h_k \quad (9)$$

Необходимое граничное условие—глубина  $h_k$  в конечном сечении определяется путем расчета последующего участка канала с пограничным расходом.

Для проверки формул (5—9) нами в гидротехнической лаборатории АзНИИГиМа на опытном лотке с уклоном дна  $i_0 = 0$ ;  $i_2 = 0,01$ ;  $i_3 = 0,02$  было проведено несколько серий опытов в диапазоне расходов  $Q = 10,0 \div 17,0$  л/с, которые показали совпадение экспериментальных данных, полученных по предложенным зависимостям (ошибка — 3—5%). Кроме того, предложенные формулы проверены нами на экспериментальных данных Г. А. Петрова [3] и W. H. Li [4] и также показали хорошее совпадение.

Таким образом, предложенные зависимости могут быть рекомендованы для расчета безнапорных водоводов с интенсивным изменением расхода по длине.

#### Литература

1. Кожевников, А. М. Общие уравнения установившегося движения потока с переменным расходом и их решения. — М.-Л.: ГЭИ, 1949, 2. Макавеев В. М., Коцова-

лов И. М. Гидравлика. — М.: Речиздат, 1940. 3. Петров Г. А. Движение жидкости с изменением расхода вдоль пути. — М.: ГИСЛ, 1951. 4. Li W. H. Open channel with non-uniform discharge. — Pros. ASCE, 1954, vol. 80.

АзНИИГиМ

Поступило 28. VI 1985

Т. К. Тејмуров

#### УЗУНУНА СЭРФИ ДЭЖИШЭН, БАСГЫСЫЗ ИШЛЭЖЭН ДҮЗБУЧАГЛЫ СУАПАРЫЧЫНЫН НЕСАБАТЫ

Мәгаләдә узунуна сәрфи дәжишән, басгысыз ишлэжән суапарычынын һесабаты үчүн методика вә (2) асылылыгы верилир. Маиллик  $i \neq 0$  олдугда (3) дүстурунун квадрата кәтирилмәсинин мүмкүн олмадыгы вә бу үсулун узун вә мүрәккәб олдугу көстәрилир.

Һесабат үчүн (3)-дүстурунун ЭВМ-дә Рунг-Кутт вә Ејлер методлары илә әдәди интегралланмасы јолу илә алынган (8) асылылыгындан истифадә етмәк тәклиф олунур.

(5—9) дүстурларынын јохланмасы үчүн АзЕТҺ вә МН-нин һидротехники лабораториясында дөб маилликләри  $i_1 = 0$ ,  $i_2 = 0,01$ ,  $i_3 = 0,02$  олан нов каналларда мүхтәлиф сәрф-ләр үчүн,  $Q_n = 10,0—17,0$  л/сан, бир сыра тәчрүбәләр апарылмышдыр. Тәчрүбәләрдән вә тәклиф олунан дүстурлардан алынган нәтичәләр арасындагы фәрг 3—5% тәшкил едир.

Бундан әләвә, тәклиф олунан дүстурларын тәтбиғилији Г. А. Петров вә W. H. Li-нин експериментал көстәричилири илә дә јохланмышдыр. Јохламанын нәтичәләри кифәјәт гәдәр дәғиглир.

Тәклиф олунан асылылыглар басгысыз ишлэжән, узунуна сәрфи интенсив дәжишән суапарычыларын һесабаты үчүн тәтбиғ олуна биләр.

T. K. Teymurov

#### CALCULATION OF UNPRESSURE WATER OF RIGHT-ANGLED SECTION WITH THE VARIABLE EXPENDITURE ALONG

The method is considered and the dependence for the calculation of the unpressure water with the right-angled section along is offered in the article, the difficult and labour-consuming nature of such question and impossibility of using the equation (3) to square in case of  $i \neq 0$  are shown.

The author suggests using the approximate value, made by the numeral integration of the equation (3) at the ECM by the method of Roonng-Koot and Euler.

For the control of the formulas (5—9) in the hydrotechnic laboratory of AzNIIGIM at the experimental chute with the inclination of bottom  $i_1 = 0$ ;  $i_2 = 0,01$ ;  $i_3 = 0,02$  several tests were carried out in the range of expenditure  $Q = 10,0 + 17,0$  l/s, which showed similarity of the experimental facts and facts made by the offered dependences (displace is limited — 3—5%).

Besides, the using of the offered formulas is controlled by the facts, made by G. A. Petrov and W. H. Li. The results of the control, are satisfactory. The offered dependences can be recommended for the calculation of unpressure water with intensive change of the expenditure along.

Ж. Д. ДЖАФАРОВА

**НОВЫЙ ВИД РОДА ALOSA В АКЧАГЫЛЬСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

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

Летом 1980 г. экспедицией сотрудников лаборатории палеонтологии позвоночной фауны Института геологии АН Азербайджанской ССР была собрана коллекция рыб в окрестностях Джейран-Батанского водохранилища, на расстоянии 2,5 км от поселка того же названия. Отпечатки рыб были встречены в пачках светло-серых тонкослоистых рыбных глинистых сланцев с прослоями вулканического пепла и характерной акчагыльской фауной — *Cardium dombra* And., *Cardium nikitini* And., *Mastra subesspica* And. Среди многочисленных и однообразных малорослых сельдей встречались довольно крупные отпечатки сельдей пузанков из рода *Alosa*. Последние заслуживают особого внимания в связи с вопросом о происхождении сельдей Понто-Каспия. Вполне возможно, что именно сельди из рода *Alosa* были исходной формой для формирования богатейшей современной фауны сельдей и пузанков Каспийского моря [13].

В 1928 г. В. В. Богачев из Акчагыльских отложений Апшеронского полуострова (окр. сел. Карадаг) описал *Caspialosa praecursor* (Bog.), этот же автор провел сравнение этой акчагыльской сельди с имеющейся ныне и установил схожесть ее с современными сельдями Каспийского моря [3]. Из отложений акчагыла Прикаспийского района Азербайджана в последние годы были встречены неполные отпечатки *Clupeonella mediocris*, впервые описанные В. В. Богачевым из акчагыла Туркмении (Монжуклы) [5]. На территории СССР самой древней находкой является *Alosa aralensis* Chisar., — из олигоцена Северного Приаралья [13]. Из миоцен-плиоценовых отложений Западной Европы, Испании, Турции известен вид *Alosa elongata* Ag., а вид *Alosa crassa* Sauvage неоднократно встречался в сарматских отложениях Югославии, Чехословакии, на острове Крит, в Алжире, Турции. Из олигоцена Австрии, Румынии, Югославии описана *Alosa sculptata* Gramb., [1, 2, 7, 9, 11, 12]. В верхнемиоценовых отложениях Алжира, Австрии, Югославии хорошо известен — *Alosa heterocerca* Gramb., и, наконец, в сарматских отложениях Пине-рисара (Турецкая Фракия) N. Rückert-Ülkümen отмечает 11 новых видов *Alosa* [9].

ОТРЯД CLUPEIFORMES  
ПОДОТРЯД CLUPEIDEI  
СЕМЕЙСТВО CLUPEIDAE  
Род *Alosa* 1829 Cuvier

Верхняя челюсть с хорошо заметной медиальной вырезкой в межчелюстных костях. Рот большой. На крышечной кости хорошо видны радиальные бороздки. Брюхо сжато с боков. По всему низу брюха до начала анального плавника, располагаются сильно заостренные килевые чешуи. Имеются длинные тонкие ребра, почти доходящие до края брюха. У основания хвостового плавника на обеих лопастях имеются ala — удлиненные чешуи. Начало спинного плавника — над началом брюшного.

Современные представители рода *Alosa* — морские солоновато-водные проходные рыбы, широко распространенные в субтропической зоне Атлантического океана, в Средиземном, Черном, Каспийском, Азовском и Балтийском морях.

*Alosa daniltshenkoi* sp. nov.

Название вида. Вид назван в честь П. Г. Данильченко — крупнейшего палеонтолога современности.

Голотип. ЕИМ им. Г. Зардаби, № 1024-1, полный скелет: Апшеронский полуостров, окр. Джейран-Батанского водохранилища, плиоцен, акчагыльский ярус.

Материал. Один полный и три неполных скелета. Коллекция ЕИМ им. Г. Зардаби. (рис. 1).

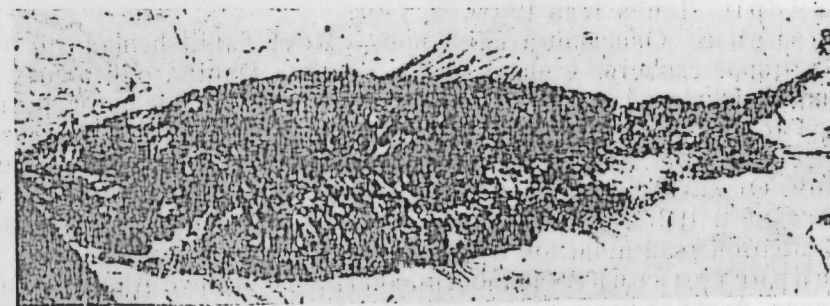


Рис 1.

Описание. Длина головы составляет 30—32% от длины тела. Максимальная высота тела составляет 28—31%, минимальная высота — 10—12%. Рот большой, конечный, нижняя челюсть сочленяется с квадратной костью на уровне заднего края орбиты глаза. Верхняя челюсть с заметной медиальной вырезкой в межчелюстных костях. Нижняя челюсть слегка выступает вперед. Имеется слегка расширенное maxillare. Глаз небольшой, его диаметр в четыре раза меньше длины головы. Хорошо заметны радиальные полоски на крышечной кости (operculum). Рыло короткое и его длина равна диаметру глаза. Позвонок 41—42, из них около половины [20] приходится на хвостовую часть. Длина туловищного и хвостового отделов позвоночника равны. Впереди спинного плавника 10 свободных интерапофизов. Спинной плавник берет начало на вертикали 14-го позвонка и состоит из 15—16 лучей. Длина основания спинного плавника равна длине семи позвонков из центральной части туловища. Анальный плавник берет начало на вертикали 18—19 позвонка и конец его находится на расстоянии 4—5 позвонков от основания хвостового плавника. Преддорзальное расстояние составля-

ет 55—59%, преанальное — 80—85%. Брюшные плавники располагаются против переднего края спинного плавника, на 2—3 позвонка дальше начала его. Хвост вильчатый, лопасти равны по длине. Местами сохранилась довольно крупная чешуя с поперечными полосками. По форме чешуя овальная. Имеются сильные, заостренные килевые чешуи, расположенные впереди брюшных плавников. Общее число их достигает 22. Перед брюшными плавниками располагается 12 килевых чешуй, а позади плавника — 10. Заостренные килевые чешуи образуют пильчатый киль по всему брюху.

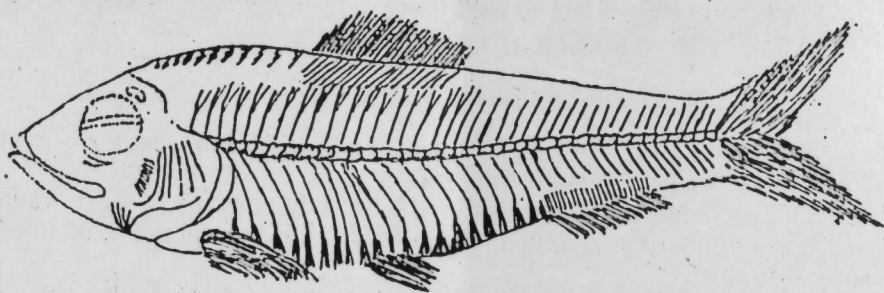


Рис. 2.

Размеры. Длина тела 12 см.

Сравнение. Описанный нами вид — *Alosa daniltshenkoi* sp. nov. имеет некоторое сходство с видом *Alosa genuina* Danilt., описанным из отложений майкопской серии Закавказья. Отличается большим числом позвонков более крупными размерами, числом заостренных килевых чешуй, несколько отодвинутыми в сторону хвостового плавника спинным плавником. От другого вида *Alosa praecursor* (Vog), описанного из тех же отложений в 1927 г. В. В. Богачевым [3] отличается меньшими размерами, высотой тела и числом лучей в парных плавниках.

Распространение. Плиоцен-акчагыльский ярус Апшеронского полуострова, Азербайджан.

#### Литература

1. *Andelkovic J. S.* Some new data on the fossil fish of the vicinity of Bosanska Kostajnica — Геол. анализ Балк. полуострова, 1977, т. XI.
2. *Aramburg C.* Les poissons fossiles d'Oran. — *Mémoires de la Carte géologique d'Algérie*, (1), (Paléont.), 6:5—299, 4, Abb., 1927.
3. *Богачев В. В.* — *Материалы по изучению третичной ихтиофауны Кавказа*. — Труды Азерб. нефт. ин-та, 1933, вып. 15, (геол. отд.).
4. *Богачев В. В.* Рыбы акчагыльского моря (Монжуклы). — Изв. АН СССР, 1955.
5. *Kramberger-Gorjanovic D.* Die jungtertiäre Fischfauna Croatiens. — *Beit. Paläont. Öster-Ung. u. Orients*, E: 86—235, Wien, 1882.
6. *Николюцкий Г. В.* Частная ихтиология. — М.: Сов. наука, 1954.
7. *Ruckert-Ulkümen.* Fossile Fische aus dem Sarmat von Pinerhisar (Türkisch-Thrakien). — *Sencenbergiana Lethaea*, 1965, 46a.
8. *Световидов П. И.* Рыбы Черного моря. — М.: Наука, 1960.
9. *Souvage H. E.* Sur la fauna ichthyologique de la période Tertiaire et plus spécialement sur les poissons fossiles d'Oran (Algérie). — *Ann. Sci. géol.*, V. Paris, 1873.
10. *Steindachner F.* Beiträge zur Kenntnis der fossilen Fische Österreichs. 4. Folge. *Sitz. Ber. Kaiserl. Akad. Wiss., phys. Cl.* 47, 1863.
11. *Хисарова Г. Д.* Новый вид *Alosa* и олигоцен Северного Приаралья. Мат. по изуч. фауны и флоры Казахстана, 1977, т. VII.

Институт геологии АН АзССР

Поступило 16. IV 1985

Ч. Ч. Чәфарова

#### АБШЕРОН ЯРЫМАДАСЫНЫН ЧӨКҮНТҮЛЭРИНДӘ ALOSA ЧИНСИНИН ЈЕНИ НӨВҮНҮН ТАПЫЛМАСЫ

Мәгаләдә Абшерон ярымadasынын агчагылы чөкүнтүләриндә тапылан *alosa* чинсини (*alosa daniltshenkoi* sp. nov.) јени нөвү һаггында мә'лумат верилп.

J. D. Djafarova

#### A NEW SPECIES OF ALOSA IN AKTSCHAGIL DEPOSITS OF THE APSHERON PENINSULA

The description of new species of *Alosa* and of *Alosa* generic types distribution in synchronous deposits of the Western Europe are given in the article.

Чл.-корр. АН АзССР А. Н. ГЮЛЬАХМЕДОВ, Т. М. АГАЕВА

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ РАСТВОРАМИ СОЛЕЙ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕНА ЛЮЦЕРНЫ**

Эффективность микроудобрений зависит от целого ряда условий: от биологических особенностей растений, факторов внешней среды, содержания в почве микроэлементов в доступной для растений форме и других.

Увеличение применения минеральных удобрений и рост урожайности различных сельскохозяйственных растений, несомненно влечет за собой и увеличение потребности в микроудобрениях.

Особенно большая потребность в микроудобрениях проявляется при орошении. В этих условиях применение микроудобрений может стать дополнительным фактором повышения урожайности возделываемых культур.

В работах ряда авторов рассматривается применение микроудобрений под кормовые культуры. Однако в условиях Карабахской зоны подобные исследования не проводились. Поэтому с 1983 года авторами данной статьи начаты полевые исследования по изучению эффективности различных концентраций растворов солей сернокислого марганца и кобальта и молибденовокислого аммония на урожайность сена люцерны. Испытывались 0,05; 0,1; 0,2 и 0,3% растворы указанных солей. Опыты проводились на территории Мирбаширской зональной опытной станции Азербайджанского НИИ земледелия.

Средние урожайные данные за 2 года позволили установить наиболее эффективные дозы микроудобрений. Поэтому на третий год менее эффективные дозы были исключены из схемы опыта, так как они дали наименьшую прибавку. Такими оказались 0,05% и 0,3% растворы солей марганца и кобальта, 0,2% и 0,3% растворы соли молибдена.

Опыты закладывались на светло-каштановых почвах при четырехкратной повторности. Размер опытной делянки 100 кв. м. Фоном служит  $N_{60}P_{90}K_{60}$  кг/га д. в. в виде аммиачной селитры, гранулированного суперфосфата и сульфата калия. Растворы солей микроэлементов применялись путем трехкратного опрыскивания растений с помощью «автомат» в начальной фазе развития растений и перед вторым и третьим скашиваниями.

Из-за погодных условий (град, ливень) на третий год урожай люцерны оказался намного меньше, чем в первые два года.

Светло-каштановые почвы опытного участка имеют слабощелочную реакцию  $pH_{\text{вод}}$  7,0—7,2). Содержание карбонатов незначительно, но оно увеличивается в подпахотном слое (0—20 см. — 2,66—2,84%; 20—40 см. — 2,72—2,93%). Содержание в почве (0—40 см) гумуса

варьирует в пределах 1,8—2,4%, гидролизуемого азота — 38,6—49,6 мг, подвижного фосфора 27,3—28,6 мг, обменного калия 317—433 мг на 1 кг почвы. Что же касается содержания валовых форм азота, фосфора и калия по генетическим горизонтам изученных почв, то их содержание составляет соответственно (в %): 0,03—0,17, 0,2—0,15 и 1,1—2,0. Валовые и подвижные формы микроэлементов в пахотном слое почвы находятся в пределах (мг/кг почвы): марганец — 182, 6 и 24,3; молибден — 1,9 и 0,82; кобальт — 6,2 и 1,94.

Сумма обменных оснований составляет в среднем 26,92 мг-экв. на 100 г почвы. Основным поглощающим катионом в составе обменных оснований является кальций ( $Ca^{++}$ ). На его долю приходится 82,6% от суммы обменных оснований. В пахотном слое почвы находится 2,48 мг-экв. обменного магния на 100 г почвы. Он составляет 9,2% от суммы обменных оснований. Величина обменного натрия невысокая. В верхнем двадцатисантиметровом слое почвы содержится 1,12 мг-экв. натрия на 100 г почвы, что составляет 4,16% от суммы обменных оснований. Более высокие показатели  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  и  $Na^{+}$  приурочены к нижней части разрезов.

По механическому составу описываемые почвы представлены тяжелоуглинистыми разновидностями. Содержание «физической глины» (<0,01 мм) колеблется от 57,2 до 59,1%.

По нашим данным (табл. 1), во все годы исследований внесение в качестве фона одних азотно-фосфорно-калийных удобрений по сравнению с неудобренными вариантами значительно повышает урожай люцерны в среднем за три года (1983—1985 гг.) на 14,5 ц/га (40,7%).

Исследования показали, что все применявшиеся растворы солей микроэлементов на фоне НРК положительно влияли на урожай сена люцерны. Наиболее слабое влияние на урожай оказали растворы солей микроэлементов в более высокой концентрации.

Максимальная прибавка урожая получена в варианте с применением 0,1% раствора соли молибдена. От применения этой дозы урожайность сена люцерны в среднем за три года увеличилась на 12,0 ц/га (23,6%) по сравнению с фоном.

Следующим по эффективности является опрыскивание люцерны 0,2% раствором соли марганца, которое в среднем за три года (1983—1985 гг.) увеличило урожай сена люцерны на 9,1 ц/га (18,0%).

Опрыскивание люцерны 0,1% раствором соли марганца и 0,05% раствором соли молибдена позволило получить в среднем за 3 года прибавку урожая сена соответственно на 7,5 и 8,8 ц/га (14,8% и 17,4%).

Как свидетельствуют данные таблицы, на исследуемой почве все изучавшиеся дозы кобальта также положительно влияют на урожай сена люцерны. Наиболее эффективным оказалось опрыскивание люцерны 0,2% раствором сернокислого кобальта. Здесь прибавка урожая сена люцерны составила 7,9 ц/га (15,8%). Опрыскивание же люцерны 0,1% раствором соли кобальта позволило получить в среднем за три года 6,2 ц/га (12,4%) дополнительного урожая сена люцерны.

Все изложенное выше указывает на большую роль микроудобрений в повышении урожая сена люцерны в условиях Мирбаширского района Азербайджанской ССР.

Результаты, полученные в полевых опытах с люцерной (1983—1985 гг.), обрабатывались методом дисперсионного анализа на ЭВМ. Как видно из табл. 2, точность опыта высокая: 2,1—2,7%. Наибольшей



Таблица 1

## Эффективность действия микроэлементов на урожай сена люцерны

Варианты опыта	1983		1984		1985		1983—1984		1983—1985			
	Средн. урожай, ц/га	Прибавка		Средн. урожай, ц/га	Прибавка		Средн. урожай, ц/га	Прибавка		Средн. урожай, ц/га	Прибавка	
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%
Контроль—б/у.	39,6	—	—	37,2	—	—	32,2	—	—	26,3	—	—
N <sub>30</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> —фон.	55,4	8,0	14,4	51,4	5,5	10,7	45,3	38,4	—	50,7	—	—
Фон+0,05% Mn	66,0	10,6	19,1	56,9	8,4	16,3	48,8	53,4	6,8	58,2	7,5	14,8
Фон+0,1% Mn	67,9	12,5	22,6	61,0	9,6	18,7	50,5	62,9	9,5	59,8	9,1	18,0
Фон+0,2% Mn	61,6	6,2	11,2	58,2	6,8	13,2	49,5	64,4	11,0	59,9	6,5	12,2
Фон+0,3% Mn	66,5	11,2	20,0	62,5	11,1	21,6	49,5	59,9	11,1	59,5	8,8	17,4
Фон+0,05 Mo	71,3	15,9	28,7	64,7	13,3	25,9	52,1	64,5	14,6	62,7	12,0	23,6
Фон+0,2% Mo	69,0	13,6	24,5	59,4	8,0	15,6	—	64,2	10,8	—	—	—
Фон+0,3% Mo	61,7	6,3	11,4	54,8	3,4	6,6	—	58,2	4,8	—	—	—
S <sub>x</sub> %	1,8	—	—	2,4	—	—	2,0	2,1	—	2,1	—	—
НСР 0,95 ц/га	1,7	—	—	1,5	—	—	1,7	1,6	—	1,6	—	—
Контроль—б/у.	38,8	—	—	35,9	—	—	32,2	37,4	—	35,6	—	—
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> —фон	55,1	4,7	8,5	49,8	4,6	9,2	45,3	52,4	4,7	50,1	—	—
Фон+0,05% Co	59,8	6,9	12,5	54,4	8,2	16,5	49,0	57,1	7,6	56,3	6,2	12,4
Фон+0,1% Co	62,0	9,4	17,1	58,0	9,4	18,9	50,4	60,0	9,4	58,0	7,9	15,8
Фон+0,2% Co	64,5	5,6	10,2	59,2	7,1	14,3	—	61,8	6,4	—	—	—
Фон+0,3% Co	60,7	—	—	56,9	—	—	—	58,8	—	—	—	—
S <sub>x</sub> %	2,2	—	—	2,5	—	—	1,8	2,4	—	2,2	—	—
НСР 0,95 ц/га	1,5	—	—	1,9	—	—	1,3	1,7	—	1,6	—	—

достоверностью все три года характеризовались прибавки урожая сена люцерны, полученные от применения 0,1% раствора соли молибдена и 0,2% растворов марганца и кобальта. Средние данные за три года выявили ту же достоверность, что и показатели по отдельным годам.

Расчеты, приведенные с целью определения экономической эффективности применения микроэлементов, подтверждают, что применение марганца, молибдена и кобальта на посевах люцерны дает высокий экономический эффект.

Результаты исследований, проведенных на почвах Мирбаширского района Азербайджанской ССР, позволяют сделать следующие выводы:

1. Пахотный слой светло-каштановых почв исследуемой зоны является слабообеспеченным подвижными формами марганца, молибдена и кобальта, содержание которых составляет соответственно: 22,6—24,2; 0,75—0,82; 1,93—1,94 мг/кг. Поэтому применение растворов солей этих микроэлементов является эффективным способом повышения урожая сена люцерны.

2. Опыскивание люцерны испытанными концентрациями растворов солей микроэлементов на удобрении NPK фоне позволяет получить прибавку урожая сена люцерны от 6,2 до 12,0 ц/га (12,4—23,6%).

3. Наиболее эффективными концентрациями растворов солей микроэлементов оказались: 0,2% марганец, 0,1% молибдена и 0,2% кобальт.

Институт почвоведения и агрохимии АН АзССР

Поступило 18. II 1986

Ә. Н. Күләһмәдов, Т. М. Агајева

#### МИКРОЭЛЕМЕНТЛЭРИН ДУЗ МӘЪЛУЛЛАРЫ ИЛӘ КӨКҮСТҮ ЧИЛӘНМӘНИН ЈОНЧА МӘЪСУЛДАРЛЫГЫНА ЕФФЕКТЛИЈИ

Мәғаләдә 1983—1985-чи илләрдә Мирбәшир районунун (Зона тәҗрүбә стансијасы) ачыг-шабалады торпагларында NPK фонунда манган, молибден вә кобальт микроэлементләринин јончанын мәһсулдарлығына тәһрирдән бәһс олуур.

Тәҗрүбәләрдә јонча биткиләри микроэлементләрин (Mn, Mo, Co) 0,05%, 0,1%, 0,2% вә 0,3%-ли мәһлуллари илә үч дәфә чиләнмишдир.

Тәҗрүбәләрин нәтиҗәси көстәрмишдир ки, мәһсула ән јахшы тәһсир едән 0,1 вә 0,2%-ли MnSO<sub>4</sub> вә CoSO<sub>4</sub>, 0,05 вә 0,1%-ли аммоний-молибдат дузларын мәһсуллари олмушдур.

Белә ки, мәһсуллар илә чиләнмәк нәтиҗәсиндә јончанын от мәһсулу һәр һектардан 6,2—12,0 сентнер артмышдыр.

A. N. Gulakhmedov, T. M. Agaeva

#### THE EFFECTIVITY OF OUT OF ROOT FEEDING TO BY THE SOLUTIONS OF MICROELEMENT SALTS TO THE YIELD OF LUCERNE HAY

The present article information on the influence of different doses of molybdenum, manganese and cobalt on the lucerne.

Experiments were conducted in the field conditions on the light-chestnut soils of the Mirbashiir region (zonal experimental station) of Azerbaijan SSR.

Experiments were carried out in the background of N<sub>30</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>.

Our tests show that aprinkling on lucerne by 0.1 and 0.2% solutions of MnSO<sub>4</sub> and CoSO<sub>4</sub>, 0.05% and 0.1 solution of (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> can increase hay yield from 3.9 till 7.4 cent/ha.

Акад. Г. Г. ГАСАНОВ, Э. М. МЕЛИКОВ, К. О. АЛИЕВ

### ВЛИЯНИЕ МОНОАМИНОВОЙ МИКРОАППЛИКАЦИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ГИППОКАМПАЛЬНОГО ТЕТА-РИТМА КОШЕК

Многочисленными исследованиями показано участие различных структур мозга в генерации гиппокампального тета-ритма [2]. Установлено, что медиаторной основой септального ритмоводителя гиппокампа является ацетилхолин [8]. В то же время известно, что кроме холинергического пула в гиппокамп подходят мощные пучки серотонинергических и норадренергических терминалей, восходящих из среднего и продолговатого мозга [4]. Однако вопрос об участии моноаминов в генерации электрической регулярной активности гиппокампа малоизучен, а имеющиеся данные весьма противоречивы. Так, электрическое раздражение серотонин (5-ОТ) содержащих нейронов ядра шва, согласно данным Мару и др. [9], приводит к регистрации десинхронизации в гиппокампе, тогда как электрическое раздражение норадреналин (НА) содержащих нейронов ядра голубого пятна продуцирует в гиппокампе выраженную тета-активность [2].

Ранними нашими исследованиями [7] было установлено, что микроаппликация 5-ОТ в дорзальный гиппокамп кошек вызывает увеличение амплитуды и частоты тета-ритма поля СА3. Норадреналин при его микроаппликации в гиппокамп вызывал в поле СА3 уменьшение амплитуды и урежение частоты тета-ритма.

Работами ряда исследователей было установлено, что кроме генератора тета-ритма в поле СА3, в поле СА1 также имеется независимый генератор регулярной медленной активности [1].

Целью наших исследований было изучение влияния 5-ОТ и НА, микроаплицированных в зубчатую фасцию гиппокампа, на генерацию тета-ритма полей СА1 и СА3.

Опыты проводили на 6 взрослых котах весом 3—3,5 кг с предварительно вживленными хеводами и электродами. Операции проводили под местным новокаиновым и общим нембуталовым наркозом в стерильных условиях. Хеводы, изготовленные из инъекционных игл, вживлялись в зубчатую фасцию гиппокампа в оба полушария по координатам согласно стереотаксическому атласу Джаспера и Аймонд-Марсана /F—4,5, L—6,5, H—/+10/. В поля СА1 /F—5,5, L—6, H—/+10/ и СА3 /F—4,5, L—4,5, H—/+7/ двухсторонне вживляли монополярные никромовые электроды, изолированные по всей длине, за исключением кончика.

Запись производили на полиграфе фирмы «Нихон Коден» (Япония). Животное во время эксперимента находилось в звукоизолированной и экранированной камере.

5-ОТ (серотонин-креатин-сульфат) и НА (норадреналин-битартрат) фирмы «Сигма» (США) разводили в физиологическом растворе и в объеме 6 мкл микроаплицировали с помощью микрошприца. Запись производили через 5—10 минут после введения, длительность регистрации составляла 25—30 минут. Контролем служило микроаплицирование физиологического раствора в тех же количествах.

Полученные электроэнцефалограммы обрабатывали ручным способом по методу Броже, описанному Кожевниковым [3].

После проведения экспериментов производили гистологический контроль для уточнения локализации электродов и хемодов.

Регистрация электрической активности гиппокампа производилась у свободно передвигающихся кошек, выполняющих ряд специальных локомоторных актов, подкрепляемых пищей.

При такой форме поведения достаточно устойчиво регистрировался тета-ритм, выраженность которого лучше проявлялась в поле СА3. Как показано на рис. 1 в поле СА1 наблюдаются нерегулярные тета-волны

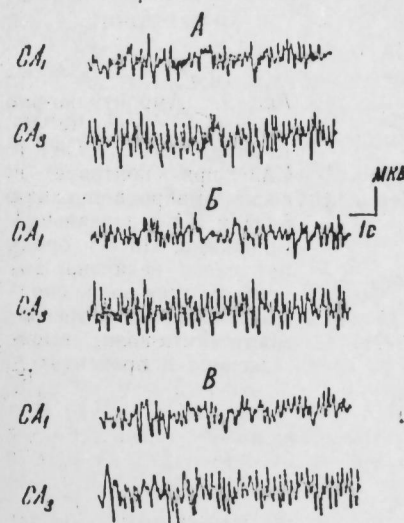


Рис. 1. Влияние 5-ОТ и НА на тета-ритм полей СА1 и СА3 дорзального гиппокампа кошек. А — фон; Б — после НА; В — после 5-ОТ

с доминирующей частотой 4—5,5 гц. Заметно также по спектральному анализу наличие частот 2,5 гц. В поле СА3 доминирующей частотой является диапазон 4—5 гц. Однако в отличие от поля СА1 тета-ритм поля СА3 был более регулярным во времени.

Анализ амплитуд тета-ритма в полях СА1 и СА3 показал, что в среднем амплитуда биопотенциалов в поле СА1 составляла 80 мкВ, в поле СА3 — 98 мкВ.

Микроаппликация 5-ОТ в зубчатую фасцию в дозах 30—50 мкг вызывала следующие изменения электрической активности исследуемых полей. Как видно из рис. 2, на фоне действия 5-ОТ увеличивается мощность тета-ритма в 5 гц в обоих полях гиппокампа. Если в поле СА3 наблюдалось увеличение процентного содержания волн частотой 6—10 гц, то в поле СА1 это происходило на частоте 10 гц.

Существенному изменению на фоне действия 5-ОТ подвергалась амплитуда тета-ритма. В поле СА1 наблюдается увеличение амплитуды на частоте 4 Гц, которая увеличивалась по отношению фоновых данных

на 35 мкВ (рис. 2). В поле САЗ увеличение амплитуды захватывало более широкий спектр 5—7 Гц.

Как показали эксперименты микроапликация НА в гиппокамп в дозах 20—30 мкг существенно не изменило спектральную мощность тета-ритма полей СА1 и САЗ (рис. 2). Однако НА значительно изменял амплитуду тета-ритма, характер которой был различным в поле СА1 и САЗ.

Согласно полученным данным в поле СА1 наблюдается увеличение амплитуды частоты 4 Гц и снижение амплитуды частоты 5 Гц (рис. 2). В поле САЗ снижение амплитуды наблюдалось почти на всех частотах тета-ритма.

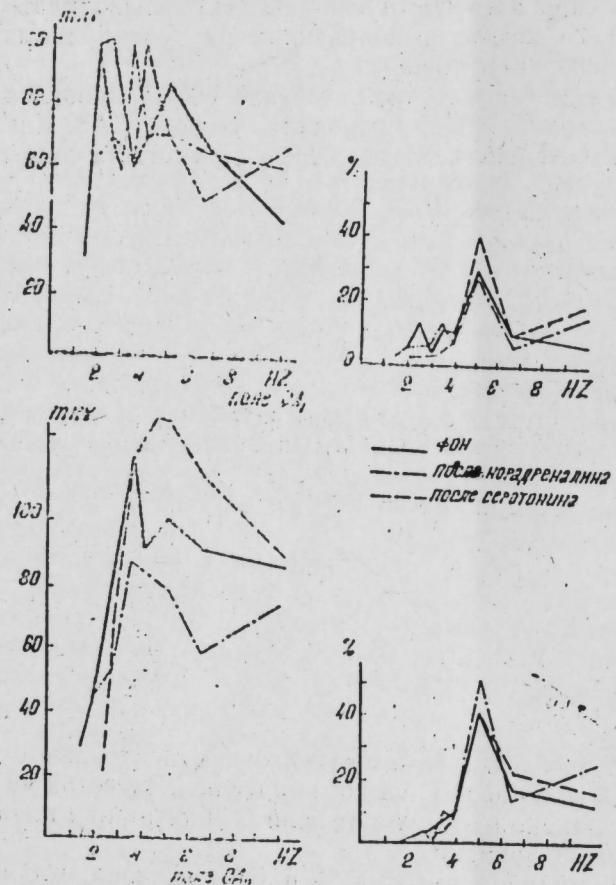


Рис. 2. Амплитудно-частотная гистограмма тета-ритма полей СА1 и САЗ при контроле и после микроапликации 5-ОТ и НА в дорсальный гиппокамп. По оси ординат слева величина амплитуды тета-волн, справа—количество встречаемости тета-волн, выраженное в процентах.

Полученные данные подтверждают предыдущие наши исследования и показывают, что и поле СА1 наряду с полем САЗ подвергается действию моноаминов. Отсюда можно сделать заключение о том, что кроме холинергической природы в генерации тета-ритма полей СА1 и САЗ принимает участие система моноаминергических терминалей. Однако настоящие исследования показали имеющееся различие в эффектах моноаминов полей СА1 и САЗ, которое проявляется преимущественно в изменении амплитуды тета-ритма. Так, если под действием 5-ОТ в поле САЗ наблюдается увеличение амплитуды всего спектра тета-ритма (4—7 Гц), то в поле СА1 только частоты 5 Гц. На фоне действия НА в поле СА1 происходит увеличение амплитуды волн частотой 4 Гц, в поле

САЗ наблюдается снижение амплитуды всех тета-волн. Вероятно, неоднозначные изменения тета-ритма под действием моноаминов объясняются тем, что зубчатая фасция в неодинаковой степени функционально связана с исследуемыми полями. Согласно схеме основных взаимодействий между структурами лимбической системы, предложенной О. С. Виноградовой [2], поле САЗ иннервируется непосредственно из зубчатой фасции, тогда как последняя связана с полем СА1 через длинный ряд структур малого лимбического круга. Тем не менее Блэкстад [5], изучая морфологию внутригиппокампальных связей, установил, что в поле СА1 оканчиваются системы коллатералей Шаффера от клеток поля САЗ. В последнюю непосредственно проецируются мшистые волокна, идущие от зубчатой фасции. Такая система гранулярные клетки—мшистые волокна обеспечивает максимальный контакт каждой точки зубчатой фасции со множеством пирамид поля САЗ [10, 11].

Вероятно, этими особенностями и определяются некоторые различия во влиянии моноаминов на тета-ритм полей СА1 и САЗ дорсального гиппокампа.

Итак, резюмируя собственные исследования, можно сделать вывод об участии моноаминов гиппокампа в формировании тета-ритма полей СА1 и САЗ, а также подтвердить представление о том, что серотонинергическая иннервация гиппокампа участвует в генерации тета-ритма в полосе частот 5—7 Гц, тогда как норадренергическая иннервация в генерации более низкого диапазона тета-ритма.

#### Литература

1. Артеменко Д. П. — Нейрофизиология, 1972, № 4, 531.
2. Виноградова О. С. Гиппокамп и память. — М.: Наука, 1975.
3. Кожевников О. С., Мецкерский Р. М. Современные методы анализа электроэнцефалограммы. — М.: Медгиз, 1963.
4. Меликов Э. М. Материалы 8 Всесоюзной конф. по электрофизиологии. — Ереван, 1980.
5. Blackstad T. W., Brink K., Hem J., Jense B. — J. Comp. Neurol., 1970, 138, 433.
6. Dablsrom A., Fuxe K. — Acta physiol. scand., suppl., 1964, 232.
7. Gasanov G., Melikov E., Ibragimov R. — Adv. Physiol. Sci., 1981, vol. 17: Brain and behaviour.
8. Lewis P. R., Shute C. C. D. — Brain, 1967, 90, 521.
9. Maru F., Takabashi L. K., Iwabara S. — Brain Research, 1979, 163, 223—234.
10. McLardy T. — Confinia neurol., 1960, 20, 1.

Институт физиологии АН АзССР

Поступило 23. IV 1985

h. h. Исэнов, Э. М. Меликов, К. О. Әлијев

#### МОНОАМИНЛАРИН МИКРОАПЛИКАСИЯСИНЫН ПИШИКЛӘРДӘ ЫППОКАМПАЛ ТЕТА-РИТМИН ФОРМАЛАШМАСЫНА ТӘСИРИ

Мәгаләдә пишикләр үзәриндә хроник шәрантдә дорсал һиппокампын дишли нүвәсинә серотонин вә норадреналин јеридилмәсиндән данышылып, СА1 вә САЗ һаһијәләринини електрик активлији јазылмышдыр. Мүәјјән олуңмушдур ки, бу һиссәләрдә амплитудатезлик характери гејри-бәрабәр шәкилдә дәјишир, хусусән серотонинни тәсириндән електрик фәаллығын тезлији артыр вә һәмчинини ашағытезликли далгаларын амплитудасы һәр ики сәһәдә каскин сүрәтдә бөјүјүр. Норадреналинини тәсириндән тета-ритмин тезлији азалыр вә амплитуда һәр ики сәһәдә гејри-бәрабәр шәкилдә дәјишир.

G. G. Gasanov, E. M. Melikov, K. O. Alijev

#### EFFECT OF MONOAMINE MICROAPPLICATION ON THE FORMATION OF HIPPOCAMPAL THETA-RHYTHM IN CATS

The microapplication of serotonin and noradrenaline in fascia dentata of dorsal hippocampus was done under chronic conditions in cats. The electrical activity of hippocampus areas CA1 and CA3 was recorded simultaneously. The change of amplitude-frequency characteristics of the investigated structures was revealed, in particular, an increase of frequencies under serotonin action and enhancement of noradrenaline application.

Ш. Р. ИБРАГИМОВ

## ЗООГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПАЗАРИТОФАУНЫ СЕЛЬДЕВЫХ РЫБ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

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

Сельдевые (Clupeidae) — наиболее массовые и весьма ценные промысловые рыбы Каспийского моря. Поэтому, начиная с 30-х годов нашего столетия различные исследователи [1, 2, 4, 6, 7, 8] изучали их паразитов. Определенную работу в этом направлении проделали и мы, обследовав в 1981 — 84 гг. у азербайджанского побережья методом полных паразитологических вскрытий 358 экз. сельдевых рыб, относящихся к 8 видам, и обнаружив 12 видов паразитов.

Несмотря на то, что фауна паразитов сельдевых Каспийского моря исследована в общем хорошо, до сих пор не сделано ни одной попытки провести зоогеографический анализ паразитофауны этих рыб. Между тем, каспийские сельдевые — довольно многочисленная и своеобразная группа представителей автотонного понтокаспийского морского фаунистического комплекса, поэтому анализ происхождения и распространения видов, составляющих их паразитофауну необходим для достаточно полной теоретической реставрации процесса формирования фауны Каспия и прогноза ее изменений.

Все сельдевые Каспийского моря (8 понтокаспийских эндемичных видов, со значительным числом подвидовых форм) относятся к родам *Clupeonella* (кильки) и *Alosa* (сельди). По палеонтологическим данным [3] представители этих родов появились уже в неогене. Находки наиболее ранних ископаемых остатков представителей первого из них приходится на нижний плиоцен, когда на месте современных Черного и Каспийского морей существовало Понтическое озеро-море. На рубеже среднего и верхнего плиоцена на его месте образовался солончатый Акчагыльский бассейн, в фауне которого имелись виды, относящиеся ко второму роду.

У сельдевых рыб Каспийского моря к настоящему времени отмечено 28 форм паразитов. Видовая принадлежность 10-ти из них не установлена, и по этой причине они не могут быть использованы в зоогеографическом анализе. Среди оставшихся 18 видов для предстоящего анализа первостепенное значение имеют 6 видов, специфичных для сельдевых рыб. Из них *Glugea bychowskyi*, *Sphaerospora caspialosae*, *Trichodina caspialosae*, *Eubothrium clupeonellae*, как и их хозяева относятся к понтокаспийскому морскому фаунистическому комплексу. Они сформировались в неогене в солончатом Понтическом бассейне и являются понтокаспийскими эндемиками. В отличие от них *Mazocraea alosae* и *Pentagramma symmetricum* распространены не только в Черном и Каспийском, но и в Средиземном морях, первый из них еще и в Юж-

ной Атлантике, Северном и Ирландском морях. Судя по ареалу, эти 2 вида следует отнести к средиземноморскому фаунистическому комплексу. Об этом свидетельствует и то, что они обитают только в соленой воде и, по-видимому, имеют морское происхождение.

Трематода *Pentagramma symmetricum* впервые отмечена в Каспийском море в 1962 г. [6], при интенсивности заражения сельдевых рыб до 1400 экз. В 1966 — 68 гг. [1] максимальная интенсивность заражения этим паразитом составила 27000 экз., а в 1981 — 84 гг. (наши данные) — 67000 экз. Экстенсивность инвазии исследованных нами рыб была близка к 100%. Следует отметить, что в 1931 — 32 гг. [4], несмотря на значительное количество (157 экз.) вскрытий сельдевых, этот гельминт ни разу не был отмечен. Это наводит на мысль, что он появился в Каспийском бассейне позже. Последнее подтверждается и тем, что, как уже было отмечено, со временем зараженность рыб возрастала. Обращает на себя внимание и то, что паразит зарегистрирован в Каспии после открытия Волго-Донского канала, который является единственной водной коммуникацией, соединяющей бассейны Черного и Каспийского морей. Подобное стечение обстоятельств позволяет предположить, что названный гельминт был переселен из Азово-Черноморского бассейна. Наиболее легко, по нашему мнению, это могло осуществиться в организме первых промежуточных хозяев — моллюсков, которые входят в состав обрастания судов, преодолевающих канал.

В связи с тем, что Каспийское море в своей северной части и у устьев впадающих в него рек сильно опреснено, в составе паразитов каспийских сельдевых имеется большая примесь пресноводных видов. Все они относятся к бореальному равнинному, в широком понимании [10], фаунистическому комплексу. Этот комплекс мы делим на 3 экологические группы. В первую, бореальную равнинную группу входят *Vucephalus polymorphus* и *Eustrongylides excisus*. Эти виды имеют широкое распространение и попали в бассейн Каспия из более северных пресноводных водоемов. Следующая, понтокаспийская пресноводная группа включает *Bunocotyle cingulata*, *Ascocotyle coleostoma*, *Pygidiopsis genata*, *Diplostomum spathaceum*, *Contracaecum squalii*, *Camallanus truncatus*, *Caligus lacustris*. Они сформировались в пресноводных водоемах Понто-Каспийско-Аральской провинции, а в настоящее время распространены в этом регионе и прилегающих к нему районах. Третья, верхнетретичная, группа имеет в данном случае только одного представителя — *Tyloodelphys clavata*. По-видимому, когда-то он был широко распространен по водоемам всей Палеарктики. Будучи теплолюбивым, он в ледниковый период исчез из водоемов Сибири и сейчас имеет амфибореальный ареал.

Среди паразитов каспийских сельдевых есть один арктический морской вид — скребень *Corynosoma strumosum*. Рыбу он использует в качестве второго промежуточного хозяина, окончательные хозяева этого гельминта — тюлени. Некоторые авторы, например [9], считают наличие этого паразита у каспийского тюленя достаточным основанием для установления арктического происхождения последнего. Однако этот гельминт отмечен и у рыбоядных птиц и, по-видимому, может быть перенесен ими. Кроме того, по палеонтологическим данным [5], тюлени обитали еще в Сарматском бассейне, существовавшем в верхнем миоцене на месте современных наших южных морей. По морфологии они были весьма близки каспийскому тюленю и, возможно, являются его предками.

Весьма трудно установить происхождение нематоды *Anisakis schirakovi*. По своей биологии эта морская форма похожа на предыдущий вид, т. е. она использует рыбу как второго промежуточного хозяина, а во взрослой фазе паразитирует в кишечнике тюленя. Однако в отличие от него этот гельминт найден пока только в Каспийском море. Это дает основание считать, что он имеет понтокаспийское морское происхождение. Вместе с тем следует учесть, что в последние годы в открытых морях у рыб зарегистрировано значительное число личинок рода *Anisakis*. Многие из них не определены до вида и не исключено, что среди них имеются идентичные каспийской форме. Наиболее вероятно обнаружение этого вида в морских водоемах Арктики, где обитают тюлени, близкие каспийскому. Если это случится, то данного паразита можно будет отнести к арктическому морскому фаунистическому комплексу. Причем в этом случае он мог бы свидетельствовать об арктическом происхождении каспийского тюленя.

### Выводы

1. Паразиты сельдевых рыб Каспийского моря по своему происхождению относятся к 4 фаунистическим комплексам: понтокаспийскому морскому (5 видов), средиземноморскому (2), бореальному равнинному (10) и арктическому морскому (1). Все специфичные паразиты сельдевых относятся к первым двум из них.
2. Бореальный равнинный комплекс, представители которого попали в Каспий из пресных вод, мы делим на 3 экологические группы: бореальную равнинную (2), понтокаспийскую пресноводную (7) и верхнетретичную (1).
3. Трематода *Pentagramma symmetricum* появилась у каспийских сельдевых в последние десятилетия. По-видимому, она проникла в Каспий через Волго-Донской канал, в организме моллюсков, которые входят в состав обрастания судов.
4. Формирование паразитофауны сельдевых рыб Каспийского моря, по-видимому, началось еще в неогене и продолжалось до последнего времени. Оно шло за счет эндемичных и средиземноморских форм, специфичных к сельдевым, арктических и пресноводных видов бореального происхождения. В современных условиях существенных изменений в ней ожидать не следует.

### Литература

1. Атаев А. М. — Автореф. дис...канд. биол. наук. — М., 1970.
2. Газимагомедов А. А. — Автореф. дис...канд. биол. наук. — Баку, 1970.
3. Державин А. Н. — Животный мир Азербайджана. — Баку, 1951.
4. Догель В. А., Быховский Б. Е. — Труды по комплексному изучению Каспийского моря, вып. 7, М. — Л.: Изд-во АН СССР, 1938.
5. Кирпичников В. С. — ДАН СССР, 1953, т. 90, вып. 5.
6. Курочкин Ю. В. — Труды Астраханского заповедника, 1964, вып. 9.
7. Ломакин В. В. — Автореф. дис...канд. биол. наук. — Баку, 1970.
8. Микаилов Т. К. Паразиты рыб водоемов Азербайджана (систематика, динамика, происхождение). — Баку: Элм, 1975.
9. Мордужий-Болтовской Ф. Д. Каспийская фауна в Азово-Черноморском бассейне. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960.
10. Яковлев В. Н. — Вопросы ихтиологии, 1964, т. 4, вып. 1 (30).

Институт зоологии АН АЗССР

Ш. Р. Ибрагимов

### ХЭЗЭР ДЭНИЗИ СИЈЭНЭККИМЛЭРИНИН ПАРАЗИТ ФАУНАСЫНЫН ЗООЧОГРАФИ ТЭЪЛИЛИ

Хэзэр дэнизиңдэ јашајан сијэнэккимлэрини паразитлэри понтохэзэр дэниз (5 нөв), Аралыг дэнизи (2), бореал дүзэилик (10) вэ Арктик дэнизи (1) фауна комплекслэринэ аиддир. Хэзэр сијэнэккимлэрини паразит фаунасы јэҗгин ки, һалэ неокендэ формалашмага башламыш вэ бу процес сон заманлара гэдэр давам етмишдир. Мүасир шэрантдэ онун тэркибиндэ әһәмијјәтли дәјишиклик көзләнилмир.

Sh. R. Ibrahimov

### ZOOGEOGRAPHICAL ANALYSIS OF PARASITE FAUNA OF CLUPEIDAE OF THE CASPIAN SEA

The parasites of Clupeidae of the Caspian sea belong to Pontian-Caspian (5 species), Mediterranean (2), boreal plain (10) and arctic sea (1) faunistic complexes. The formation of the parasite fauna of Caspian Clupeidae began in Neogene and continued till lately.

Член-корр. АН АзССР В. Д. ГАДЖИЕВ, Г. Ф. АХУНДОВ

**БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ  
АЗЕРБАЙДЖАНА**

Работа по картированию (ботанико-географическому и геоботаническому) растительности в Азербайджане была начата параллельно с изучением флоры и растительности отдельных зон, поясов и районов, а также всей территории республики в целом. Масштаб и нагрузка ботанических карт обуславливались целевыми задачами исследований и запросами заинтересованных учреждений.

В тридцатые годы А. А. Гроссгеймом были составлены мелкие схематические карты распределения растительности республики, а затем опубликованы в качестве приложения к «Краткому очерку растительного покрова Азербайджана». Им же в 1930 г. была издана схема-карта растительности Закавказья с кратким пояснительным текстом (восстановленный покров).

В дальнейшем разными авторами были составлены серии карт разного масштаба. В частности, Л. И. Прилипко была составлена карта растительности в масштабе 1:1 000 000, которая была использована в издании карты растительного покрова европейской части СССР в масштабе 1:2 500 000 под редакцией акад. Е. М. Лавренко. Затем, им же была составлена карта растительности Азербайджана (1965), карта геоботанического районирования Азербайджана для Атласа Азербайджанской ССР (1963), карта лесов Азербайджана и т. д.

Из всех работ самой оригинальной является карта растительности Азербайджанской ССР в масштабе 1:600 000 в красках с пояснительным текстом, изданная Л. И. Прилипко в 1970 г.

Большинство этих карт имеют историческое значение, но к настоящему времени в связи с интенсивным использованием целинных земель под виноградники, хлопчатник и горное земледелие, они сильно устарели.

В данной работе на основании проведенных нами исследований дана новая карта ботанико-географического районирования республики, так как дробное деление Азербайджана на ботанико-географические районы является необходимым, особенно при переиздании многотомной «Флоры Азербайджана». Кроме того, такого рода карта даст полное представление об ареалах отдельных видов растений внутри республики.

Как указывалось выше, Л. И. Прилипко для «Флоры Азербайджана» (I—VIII, 1950—1961 гг.) была составлена схематическая карта такого рода, которая была более детализированной по сравнению с картой, приведенной им ранее в книге «Лекарственные растения Азербайджана», изданной в 1942 году. Эта карта-схема широко использовалась авторами-составителями «Флоры Азербайджана», а также другими специалистами республики и Союза. Однако заметим, что в ней автором

не везде учитывался единый флорогенетический принцип распределения растений в пределах республики, а также поясное деление районов в целом. Хотелось также отметить, что Л. И. Прилипко не везде в выделенных районах указывал встречаемость видов по типам растительности в едином плане, что и дало нам основание дать новое ботанико-географическое деление районов.



Рис. 1. Ботанико-географические районы Азербайджана Карта-схема № 1 (Составители Л. И. Прилипко)

I — Прикаспийская низменность; IIв — Кура-Араксинская низменность; IIв — Куринская равнина; III — Ленкоранская Мугань; IV — Нахичеванская равнина; V — Апшерон; VI — Гобустан; VII — Степное плоскогорье; VIII — Нахичеванский горный; IX — Днябар (Зуванд); X — Самур-Дивичинская низменность; XI — Алазань-Агричайская долина; XII — Ленкоранская низменность; XIII — Большой Кавказ (Кубинский горный массив); XIVв — Большой Кавказ, восточный; XIVз — Большой Кавказ, западный; XIVс — Большой Кавказ, западный; XVс — Малый Кавказ, северный; XVю — Малый Кавказ, центральный; XVю — Малый Кавказ, южный; XIV — Ленкоранский горный.

Для территории Нахичеванской АССР Л. И. Прилипко выделены два ботанико-географических района (равнинный и горный) (см. карту № 1). Последний, начиная от 700 до 4000 м над уровнем моря, им отмечен как Нахичеванский горный (VIII), что мы считаем неверным, так как здесь встречаются горно-степные, нагорно-ксерофитные, степные (пустынного характера), местами горно-лесные сообщества, роскошные высокогорные, субальпийские и альпийские луга и ковры, а также

скально-осыпные и водно-болотные сообщества. Исходя из этого, район (VIII) нами разделен на Нахичеванский горный (VIII) и Нахичеванский высокогорный (VIIIб). К последнему району отнесены высокогорно-мезофильные типы растительности (лесные, водно-болотные, субальпийские высокоотравья и луга, а также альпийские луга и ковры) (см. карту № 2).



Рис. 2. Ботанико-географические районы Азербайджана. Карта-схема № 2 (Составитель В. Д. Гаджиев)

I — Прикаспийская низменность; 1б — Прикаспийская низменность; IIв — Кура-Араксинская низменность; IIз — Куринская равнина; III — Ленкоранская Мугань; IV — Нахичеванская равнина; V — Апшерон; VI — Гобустан; VII — Степное плоскогорье; VIII — Нахичеванский горный; VIIIб — Нахичеванский высокогорный; IX — Диабар (Зубанд); X — Самур-Дивичинская низменность; XI — Алазань-Агричайская долина; XII — Ленкоранская низменность; XIIIс.в. — Большой Кавказ, северо-восточный\*; XIVз — Большой Кавказ, западный\*; XIVв — Большой Кавказ, центральный\*; XVс — Малый Кавказ, северный\*; XVв — Малый Кавказ, восточный\*; XVю — Малый Кавказ, южный\*; XVI — Ленкоранский горный\*; XVII — Малый Кавказ, горный\*.  
\* Новые районы, с новыми границами.

Далее, наряду с уточнением границ районов Большого Кавказа (Б. Кавказ центральный, Б. Кавказ восточный, Б. Кавказ северо-восточный), нами самостоятельно для этой зоны выделен Большой Кавказ западный, так как в этом районе сосредоточены представители колхидских элементов. Белокано-Закатальский район считается восточной оконечностью распространения колхидских элементов, в частности, *Eupetium*

*hermaphroditum*, *Rhododendron caucasicum*, *Rh. luteum*, *Betula medwedewii*, *Acer velutinum*, *Hedera pastuchowii*, *Vaccinium aretostaphylos*, *Pyrola rotundifolia*, *Viburnum orientale*.

Резкие изменения внесены нами в границы районов Малого Кавказа (XV — МКс, XV — МКц и XV-МКю) и в то же время выделен самостоятельный район Малый Кавказ горный (XVII), так как в последнем районе и флора и растительность, и ландшафт сильно отличается от высокогорных субальпийских высот и т. д.

Прикаспийскую низменность (I) Л. И. Прилипко отмечает от окрестностей Сумганта по широкой полосе Каспия до Хачмасской низменности. Этот район мы продлеваем от Юго-Восточной полосы Кура-Араксинской низменности в полосе Прикаспия (от Шихово) до Кызылагачского заповедника (I б.), так как данная полоса по флоре и растительности идентична.

Некоторые изменения внесены в границы Ленкоранской Мугани (III).

В основу районирования нами положены ценоотические и флористические особенности типов поясности, генетические и ботанико-географические связи растительных сообществ и их эдификаторов, возможности применения комплекса мероприятий по рациональному использованию, преобразованию и охране растительности республики.

Конечно же, наши изменения и добавления к существующей карте ботанико-географических районов Азербайджана нельзя считать окончательными. Новые материалы, учитывающие антропогенные изменения растительности, в дальнейшем дадут дополнительные сведения по распределению растительности в пределах республики.

#### Литература

1. Гроссгейм А. А. Краткий очерк растительности Азербайджана. — Материалы по районированию Азербайджанской ССР, том I, вып. 2, 1926. 2. Прилипко Л. И. Ботанико-географическое районирование для «Флоры Азербайджанской ССР», I—VIII. — Баку: Элм. 1950—1961. 3. Прилипко Л. И. Карта геоботанического районирования Азербайджана. — Атлас Азербайджанской ССР, Баку. — М., 1963. 4. Прилипко Л. И. Растительный покров Азербайджана (пояснительный атлас). — Баку: Элм, 1970. 5. Карта растительности Европейской части СССР (под ред. акад. Е. М. Лавренко). — Л.: Наука, 1974.

Институт ботаники АН АзССР

Поступило 3. X 1984

В. Ч. Начыјев, Г. Ф. Ахундов

#### АЗЭРБАЈЧАНЫН БОТАНИКИ-ЧОГРАФИ РАЈОНЛАШДЫРЫЛМАСЫ

Л. И. Прилипканын 1951-чи илдэ тэртиб етдији «Азербайчанын ботаники-чографи рајонлашдырылмасы» схем-хэритэсини эсас тутараг, мэгалэдэ флора ва битки типлэрини јайылмасы нэзэр алынараг јени хырда бөлкүлү ботаники-чографи рајонлашдырма хэритэси верилмишдир.

Јени хэритэдэ элава олараг 3 рајонун (VIII б, XVII, XIVз) сэрһэдлэри дэгиглэшдирилмишдир.

V. D. Gadzhiev, G. F. Akhundov

#### BOTANICAL AND GEOGRAPHICAL DIVISION OF AZERBAIJAN INTO DISTRICTS

Data on modifications of a scheme-map on botanical and geographical division of Azerbaijan into districts initially developed by prof. L. I. Prilipko in 1951 is given in the article.

Three additional districts. (VIII, XVII, XIV 3) are identified in the present article. Moreover, boundaries of other districts are significantly changed and specified.

Э. Э. МАМЕДОВ

## ТИПОЛОГИЯ В ФОНОЛОГИИ: СИНТАГМАТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. Ш. Ширалиевым)

В свете современных достижений синтагматической фонологии актуально признать наличие особых, удлинённых по сравнению с фонемой сегментов, маркированных единым суперсегментным ДП (дифференциальным признаком), растянутым в длину, и охарактеризованных в терминах просодической квантификации. Назовем эти сегменты просодическими сочетаниями фонем (ПСФ) и рассмотрим их на примере фонологических систем таких резко различающихся между собой языков, как русский, азербайджанский, ибо, индонезийский, вьетнамский, талышский, финский.

Из числа ДП, удобных для сопоставления ПСФ указанных языков, выдвигаются лишь следующие дифференциальные признаки:

— ДП бемольности, который обнаруживается во всех сопоставляемых языковых системах и характер проявления которого весьма прозрачен: соответствие лабиализованного гласного и огубленного согласного с учетом консонантной или вокальной доминанции внутри ПСФ по разным языкам (или с учетом фонетической индифферентности компонентов просодем—финский, вьетнамский языки). Более того, по ДП бемольности выделяются синтагматические единицы указанных языков, совпадающие по протяженности — слог;

— ДП дизности, который обнаруживается в русском, азербайджанском, талышском языках. Механизм взаимоотношений компонентов просодем в этих языках резко противоположный, но строится на едином признаке: взаимозависимости твердости — мягкости согласного и передне — непереднерядности гласного.

Типология ПСФ разных языков мира возможна благодаря типизации его свойств и признаков по единым основаниям:

— опорный просодический признак (групповой сингармонизм в русском языке; словесный сингармонизм в азербайджанском, ибо, талышском, финском языках; тональный контур слога во вьетнамском и ибо языках; корневая гармония гласных в индонезийском языке);

— механизм просодический организации синтагматической единицы или характер взаимосвязи компонентов ПСФ: вокальная или консонантная доминанция внутри ПСФ; фонетическая индифферентность части компонентов ПСФ (консонантов финского языка); всегда сохраняемая взаимозависимость части компонентов ПСФ (элементов акцентуруемой части слога во вьетнамском языке); ограниченная реализация просодической схемы в индонезийском языке (корневая гармония гласных не распространяется на аффиксы);

— просодическое качество ДП ПСФ: дизность (русский, азербайджанский, талышский языки); тональность (вьетнамский, ибо языки);

бемольность (все сопоставляемые языки); компактность (ибо, индонезийский языки).

Выделение же синтагматической единицы в разных языках по единому основанию — просодическому суперсегментному признаку сочетания фонем — есть объективное условие для создания единой методики глобального типологического анализа и дескрипции фонологических систем разных языков в терминах просодической фонологии — в частности, путем эксплуатации понятия ПСФ. А это, в свою очередь, позволяет считать ПСФ единицей типологического соизмерения фонологических систем разных языков мира. Так сопоставимыми являются ПСФ резко дифференцированных языковых систем: в русском — слог; в азербайджанском — слог и слово; в финском — слово и часть слова; в ибо — слог и двусложная основа; в индонезийском — слог и двуслог-корень; во вьетнамском — слог (односложное слово).

Механизм обеспечения просодическими средствами синтагматической целостности ПСФ раскрывает ход фонологической мутации слова в разных языках. Языковое сознание билингва при озвучивании собственной речи на русском языке исходит из заданного просодического кода родного языка, благодаря чему в контактном поле билингвизма возникают слова-интерференты.

Выделенные просодические единицы и их дифференциальные признаки в контактном поле билингвизма являются формальным основанием и классификационным показателем для селекции слов-интерферентов внутри поля по стереотипным, типическим группам и разрядам.

Рассмотренный механизм реализации словесных просодий в различных языках позволяет считать его причиной того, что в языковом сознании людей разной национальности заложены определенные стереотипы воспроизведения и звукового оформления слов в устной речи — национальные произносительные стереотипы. С учетом названных ДП эти стереотипы могут быть: бемольными (во всех языках); дизными (в русском, азербайджанском и талышском языках); тональными (в ибо и вьетнамском языках); компактными (в ибо и индонезийском языках). Функционирование данных национальных стереотипов не прекращается при переходе носителя конкретного языка на русскую речь. Именно сохранение языковым сознанием носителя конкретного языка привычных, свойственных ему стереотипов в речи на русском языке объясняет явления фонетической интерференции в русской речи билингвов. Следовательно, данные типологического анализа в синтагматической фонологии становятся весьма важным инструментом в деле практического обучения нерусских русскому произношению.

АЗИНЕФТЕХИМ  
и.м. М. Азизбекова

Поступило 12.1.1986

Э. Э. Мамедов

## ФОНОЛОГИЈАДА ТИПОЛОГИЈА: СИНТАГМАТИК АСПЕКТ

Магаләдә көстәриләр ки, мұхталыф системли дилләри фоноложи системини глобал тиположи тәһлилيني хусуси синтагматик ваһидләрпросодик фонем бирләшмәләри әса-сында апармаг олар. Бу һалда олар хусуси суперсегмент просодик дифференциал әла-мәтләрлә ејинләшдириләр.

E. E. Mamedov

## TYPOLOGY IN PHONOLOGY: SYNTAGMATIC ASPECT

The global typological analysis of the different languages phonological systems of the world can be realized on the basis of the particular syntagmatic units — the prosodic combination of the phonemes. Along with this they are marked by the supersegment prosodic differential indications.



Е. Б. НУРИЈЕВ

**ВАРТАШЕН ВЭ ГУТГАШЕН ОЈКОНИМЛЭРИНИН МЭНШЭЈИНЭ ДАИР**

(АзэрбайҶан ССР ЕА академики М. Ш. Ширэлијев тэгдим етмишдир)

Варташен вэ Гутгашен ојконимлэринини мэ'на вэ мэншэји һаггында бу вахтадэк мүхтэлиф фикирлэр сөјләмишдир. Р. Әфәндијев бу ојконимлэрини јаранмасыны Гэлэбэ маһалында мәскән салмыш Варташ вэ Гутга гардашларын ады илә әлағәләндирмишдир [1, 139]. М. Бежанов исә Варташен ојконими һаггында ики фикир сөјләмишдир. О, јашајыш мәнтәгәси адынын удин кешиши Вартанын ады илә әлағәдар олараг јарандығыны вэ бүтүнлүкдә «Вартанын кәнди» мэ'насыны вердијини [2, 213] вэ јахуд Варташенин ермәни дилиндәки вардис-«гызыл күл» вэ шен-«кәнд» сөзүндән әмәлә кәлдијини гејд етмишдир [3, 215]. Сонрақы тәдгигатчыларын бә'зиләри дә бу етимолокија илә разылашмышлар. Лакин Р. М. Јүзбашов бу изаһларын мүбаһисәли олдуғуну көстәрмишдир [4, 50].

Рајонун әразисиндә мүхтэлиф етник групплар (удинләр, јәһудиләр, ләзкиләр вэ с.) јашадығларына көрә ојконимини биринчи һиссәсини һансы дилә анд олдуғуну дәгиг мүәјјән етмәк чәтиндир. Лакин еһтимал етмәк олар ки, Варташен топоними әрәб дилиндәки берд (берде) — «гала» [5, 48] јахуд фарс дилиндәки варде — «гүллә» вэ шен — «кәнд» сөзләриндән јаранмышдыр.

Варташен шәһәрини јахынлығларында гәдим гала харабалығларынын изләринә инди дә тәсадүф олунар.

Топонимин икинчи һиссәси — шен термини һаггында Р. М. Јүзбашов Г. Ачарјанын «Армянский коренной словарь» адлы әсәринә әсәсланаараг көстәрир ки, «шен» санскрит (гәдим һинд) дилинә анд олуб, авеста (гәдим Иран) дилинә, даһа сонра түрк, ермәни вэ с. дилләриндә «јашајыш јери» мэ'насында ишләнишдир. [6, 48]. Белә олдугда Варташен адынын «Гала кәнди» мэ'насында олмасы фикрини сөјләмәк олар.

Р. Әфәндијевини Гутгашен ојконимини Гутка адлы шәхсин адындан олмасы һаггындақы фикрини јухарыда гејд етдик. Мүәллиф даһа сонра өзүнүн һәмни фикринә энд чыхараг көстәрир ки, рајонун әразисиндә мөвчуд олан гәдим мәсчид вэ гәбиристанлыг кечмиш заманларда бурада јашајыш мәнтәгәси олмасыны сүбут едир. О, гәбиристанлығын јахынлығында ахан Гарачајын гәбирләри јујуб ири инсан сүмүкләрини үзә чыхармасыны вэ бу сүмүкләрини оғузлара мәхсус олдуғуну да көстәрмишдир [7, 140].

Бә'зи мүәллифләр Гутгашен ојконимини бу әразидә јашајан етник халғларын дилләриндә изаһ етмәјә чалышмышлар. Р. Јүзбашов Гутгашен адынын «бөјүк кәнд» мэ'насында олдуғуну еһтимал едир. «Гутга» — аварча «бөјүк», «а» бирләшдиричи сәс, «шен» исә кәнд демәкдир. [8, 63].

Р. М. Јүзбашовдан сонра Г. Ә. Гејбуллајев дә Гутгашен топонимини мәншэјини изаһ етмәјә чалышмышдыр. Оуну фикринчә, «гутга» сө-

зү гәдим түрк дилләриндәки «котки» — «јүксәклик», «тәпә» сөзүндән олуб, «тәпәли јер», «јүксәкликдә кәнд» мэ'насындадыр. [9, 62]. Башга бир тәдгигатчы Гутгашендә бүтхана олмасыны вэ Гутгашени Гутга кәнди, гут — бүт ады, шен — кәнд сөзләриндән јаранмасыны еһтимал едир [10, 104].

Академик М. Ш. Ширэлијев Гутгашен топонимини түрк дилләриндә изаһ едәрәк гејд едир ки, гут — «шән», «хошбәхт јер» вэ шен — «кәнд» сөзләриндән олуб, «шән јашајыш јери» мэ'насындадыр.\*

Тарихи сәнәдләр, архив материаллары вэ еләчә дә јерләрдән топландығымыз мә'луматлар бу топонимини мәншэји, јаранма тарихи һаггында башга дәлилләр верир.

Гутгашен (Гуртгашен) сөзүнүн биринчи компоненти олан Гут, чох еһтимал ки, Гурт сөзүндән тәһрифдир. гурт исә түркдилли бир тајфанын адыдыр.

Һәлә XIX әсрин әввәлләринә анд мәнбәләрдә Ширван әразисиндә гурд ады тајфанын јашамасы гејд олунмушдур (11). Бундан әлавә, гурдларын ады кәнкәрлиләрини дә арасында чәкилир

Гурдун әввәлчә шәхс, сонра тајфа вэ нәһајәт топоним кими формалашмасыны гејд едәнләр вардыр [13, 97].

Гәдим түрк абидәләриндә гурда хејрхаһлыг рәмзи кими бахылмышдыр [14, 87]. Түрк халғлары гурда мүгәддәс варлыг кими ситајиш етмиш вэ гурду икидлик, ағыллылыг символу һесаб едәрәк өзләринә «гурд» ләгәби көтүрмүшләр. Гәдимдә түркдилли халғлар арасында гурд тотем кими кениш јайылмышдыр [15, 23].

Гурд тајфасынын ады Түркмәнистан ССР-ин топонимјасында да вардыр [16, 43]. Гурдла бағлы топонимләрә кечмиш Зәнкәзур вэ Чаваншир гәзаларында (Газыгурдлу кәндләри) [17, 108], Шамаһы рајонунда вэ Шамаһы шәһәриндә (1918-чи илә гәдәр — Гурдлар мәнәлләси), Көјчәј рајонунда (Гурд гәбиристанлығы), Нахчыван шәһәриндә (Гурдлар мәнәлләси) вэ нәһајәт Гутгашен рајонунда (Гурдлу мәнәлләси) раст кәлинир.

АзэрбайҶан ССР-дән башга бу топоним Иран әразисиндә дә Гуртлар кәнди формасында гејд олунмушдур [18, 129]. Архив сәнәдләриндә дә Гутгашен адынын Гурдгашен јазылыш формасында олмасы фактлары ашкар едилмишдир [19].

Бундан әлавә, диалект вэ шивәләримиздә Гутгашен топонимини Гурдгашен кими тәләффүз едәнләр дә вардыр.

Гутгашен сөзүнүн тәркибиндәки «г/к» сәсинә кәлдикдә мә'лум олур ки, бу шәкилчи оғуз [20, 289], түркмән [21, 117], гыпчаг вэ суварларда чәм шәкилчиси кими ишләнишдир [20, 289]. Бурада «а» бирләшдиричи сәс, «шен» исә кәнд демәкдир.

Бүтүн бунлара әсәсән еһтимал етмәк олар ки, Гутгашен ојконимини илкин формасы Гурдкашен (јахуд Гурдгашен) олмуш вэ «Гурдлар кәнди» (Гурд тајфасынын мәскән салдығы јер, кәнд) мэ'насындадыр.

**Ә д ә б и ј а т**

1. Рашидбек Эфендиев. Несколько сведений о селении Куткашен Нухинского уезда. — СМОМПК, вып. IX, Тифлис, 1890.
2. Бежанов М. Краткие сведения о с. Варташен и его жителях. — СМОМПК, вып. XIV, 1892.
3. Бежанов М. Көстәрилән әсәри.
4. Јүзбашов Р. Мүәллимин топонимик лүгәти. — Тарих, Ичтиманјјат, Чографија тәдриси (30), № 6, ноябр—декабр. Бақы, 1969.
5. Јүзбашов Р., Әлијев К., Сә'дијев Ш. АзэрбайҶанын чографи адлары. — Бақы, 1972.
6. Јүзбашов Р. АзэрбайҶан чографија терминләри. — Бақы, 1966, сәһ. 92.

\* Академик М. Ш. Ширэлијев бу изаһы бизә шифаһи олараг сөјләмишдир.

7. Рашидбек Эфендиев. Көстөрлөн эсэри.
8. Р. Юзбашов. Тарих, Ичтиманйят, Чографија тэдريس (35), № 5, сентјабр—октјабр. Бақы, 1970.
9. Гебуллајев Г. Э. Азербайжан ССР ЕА Мә'рузэләри, ч. XXX, 1974, № 11.
10. Газыјев С. М. Вопрос истории Кавказской Албании. — Баку, 1962.
11. Описание Ширванской провинции. Составлено в 1820.
12. Шопен И. Исторический памятник состояния Армянской области в эпоху ее присоединения к Российской империи. — СПб, 1852.
13. Әли Әлијев. Азербайжан ССР ЕА Хәбәрләри. Әдәбијјат, дил вә инчәсәнат серијасы. 1974, № 1.
14. Малов С. Е. Памятники древнетюркской письменности. — М., 1951.
15. Әлијев Ә. «Елм вә һәјат» журналы. — Бақы, 1980, № 6.
16. Атанязов С. Туркменистанын географик атларынын дүшүндиришли сөзлүги. — Ашгабат, «Илым», 1980.
17. Пагирев Д. Д. Алфавитный указатель к пятиверстной карте Кавказского края, издания Кавказского Военно-топографического Отдела. — Тифлис, 1913.
18. Савина В. И. Словарь географических терминов и других слов, формирующих топонимию Ирана. — М., 1971.
19. Хасан Есан Джалалин. Научный архив Института истории АН АзССР, Инв. № 2009.
20. Рустәмов Р. А. Азербайжан дили диалект вә шивәләриндә фе'л — Бақы, 1965.
21. Ширәлијев М. Азербайжан диалектолокијасынын әсәсләры. — Бақы, 1962.

Азәрб. ССР ЕА  
Чографија Институту

Алымшыдыр 27.VI.1981

Э. Б. Нуриев

### О ПРОИСХОЖДЕНИИ НАЗВАНИЯ ВАРТАШЕН И КУТКАШЕН

О происхождении названия Варташен и Куткашен существует несколько мнений (Р. Эфендиева, М. Бежанова, Р. Юзбашева, Г. А. Гебуллаева, М. А. Ширалиева и др.). Нам кажется, что топоним Варташен происходит от арабо-персидского слова берд (берде, варде) — крепость и слова шен — селение. А название Гуткашен восходит от Гурт (Гурткашен) и связан с тюркским этнонимом «гурт», «гурд». В архивных документах встречается написание названия Гуткашен в форме Гурдкашен. В диалектах и говорах отмечено произношение Гуткашена как Гурдкашен (Гурдкашын). Буква г/к среди одной части кыпчаков, туркменов и огузов употреблялась как показатель множественного числа. Здесь «а» является соединительным звуком. Можно предположить, что первичная форма ойконима Гуткашен была Гурдкашен (Гурдкашын), что означало «место, село, где оседало племя гурд».

Е. В. Nuriev

### ABOUT THE ORIGIN OF DENOMINATIONS OF THE VARTASHEN AND GUTGASHEN

There are many ideas about the oikonyms of Vartashen and Gutgashen. As to our opinion "Vartashen" in Arabic means berd, that is fortress, and "shen" means village. But "Gutgashen" toponym means gurd, that is from ethnonym of tribe, and "shen" is delivered from village.

УДК 413.164/479.24/

ТЕРМИНОЛОГИЯ

С. И. НОВРУЗОВА

### ПЕРЕДАЧА РУССКО-ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНЫХ ПРЕФИКСАЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ НА АЗЕРБАЙДЖАНСКОМ ЯЗЫКЕ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. Ширалиевым)

Тюркской языковой системе, относящейся к агглютинативной, исторически не свойственна префиксация. Однако в силу экстралингвистических факторов в азербайджанский язык начали проникать многие русские и иностранные термины, в составе которых содержатся префиксы. В связи с этим остро встает вопрос об определении способов передачи на азербайджанский язык русско-интернациональных терминов, образованных префиксами, что позволит выявить основные ресурсы и возможности, имеющиеся в азербайджанском языке для передачи указанных терминов; определить наилучшие варианты способов взаимопередачи тех или иных явлений русского и азербайджанского языков.

Анализ большинства двуязычных и многоязычных терминологических словарей показывает отсутствие единообразия в переводе, применение нескольких способов при передаче одних и тех же понятий, что противоречит принципам современной терминологии.

Такое явление имеет место при передаче русско-интернациональных терминов, образованных префиксами *ультра-*, *гипер-*, *сверх-*, с общим значением высокой интенсивности.

Заемствованный из латинского языка префикс *ультра-* реализуется на азербайджанский язык следующими способами:

1. Термины передаются без изменения, например, *ультраакустика* — *ультраакустика* [3], *ультрамариин* — *ультрамариин* [5], *ультравирус* — *ультравирус* [2].

2. Очень часто префикс *ультра-* сохраняется, а основа русских слов заменяется азербайджанским эквивалентом: *ультракрасный* — *ультрагырмызы* [6], *ультракрепкий* — *ультрагаты* (6), *ультракороткий* — *ультрагыса* [6], *ультралегкий* — *ультрајункүл* (6), *ультразвук* — *ультрасәс* (9) и т. д.

3. Нередко при передаче терминов общественно-политического характера латинский префикс *ультра-* заменяется морфемой арабского происхождения *ифрат*, которая давно вошла в азербайджанский язык и участвует в терминообразовании. Например, *ультраколониализм* — *ифрат мустәмләкәчилиик*, *ультраконсерватор* — *ифрат муһафизәкар*, *ультрареакционер* — *ифрат иртичачы* (11).

Приставка *гипер-* греческого происхождения, на азербайджанский язык передается:

1. Без изменения, как например, *гиператом* — *һиператом* [9], *гипергон* — *һипергон* [6], *гипердиагностика* — *һипердиагностика* (7);

2. Для реализации на азербайджанский язык терминов — прилагательных с префиксом *гипер-* характерно сохранение основы, а суффиксы при этом утрачиваются. Так, например, гиперквадратный — гиперквадрат [12], гипертермальный — гипертермал [12], гиперсинхронный — гиперсинхрон [9], гиперфокальный — гиперфокал (6).

В отдельных случаях конструкции с префиксом *гипер-* на азербайджанский язык передаются заменой префикса *гипер-* словами *чох*, *артыг*: гиперацидный — *чохтуршулу* [4], гиперпигментация — *чохпигментлилик* [4], гиперхромия — *артыг бојанма* [1].

Эти термины характерны для сферы медицинских, математических, физических наук.

Последний анализируемый нами русский префикс *сверх-*, обозначающий предельную степень качества, указывающий как бы на превышение всех норм, трансформируется на азербайджанский язык следующими способами:

1. Средствами азербайджанского языка, при помощи морфемы *ифрат*: сверхдлинный — *ифрат узун* [9], сверхпроводник — *ифрат кечиричи* [9], сверхток — *ифрат чэрэјан* [10], сверхточность — *ифрат дэгиглик* [6];

2. Термины с префиксом *сверх-* передаются в двух вариантах: префикс *сверх-* заменяется словом *фөвгэл*, а также словом *јүксэк*: сверхкартель — а) *фөвгэл картел* [11], б) *јүксэк картел* [13]; сверхмонополия — а) *фөвгэлиһиссар* [11], б) *јүксэк һиссар* [13]; сверхимпериализм — а) *фөвгэлиһимпериализм* [11], б) *јүксэк империализм* [13]. Здесь уместно предложить эквивалентом русского префикса *сверх-* общепотребительное слово родного языка *јүксэк*, а не морфему *фөвгэл* арабского происхождения, которая не совсем точно отвечает требованиям, предъявляемым термину (неповторимость, произносимость, переводимость).

3. Основы заимствуются азербайджанским языком, а значение префикса *сверх-* передается словом *элавэ*, например: сверхплановый — *п-ландан элавэ* [11], сверхлимитный лимитдан *элавэ* [11], сверхнормативный — *нормативдан элавэ* [11].

4. Имеют место модели с морфемой *үстэлик* причем основа заменяется азербайджанским эквивалентом: сверхприбыль — *үстэлик мәнфәт* [13], сверхстоимость — *үстэлик дэјәр* [13], термины с префиксом *сверх-* передаются на азербайджанский язык сочетаниями слов, например: сверхценная — *һәддиндән артыг гижмәтли*, сверхурочная — *иш вахтындан артыг*, сверхбюджетные — *бүдчәдән артыг*, сверхчеловеческий — *иһсан гүввәсиндән харич*. Этот описательный способ нашего затрудняет проблему передачи префиксальных терминов.

Таким образом, приведенные языковые факты показывают, что термины с префиксами *ультра-*, *гипер-*, *сверх-* с общим значением высокой интенсивности на азербайджанский язык передаются множеством способов, а это не отвечает ведущим требованиям, предъявляемым терминам, которые заключаются в том, что одному термину должно соответствовать одно понятие, и одно понятие должно быть выражено одним термином. Нарушение этого правила приводит к появлению в терминологии терминов-синонимов и многозначных терминов.

Учитывая настоятельную необходимость унификации терминов, полагаем, что: а) интернациональные термины с префиксами *ультра-*, *гипер-*, прочно вошедшие в другие национальные языки науки, следует употреблять в азербайджанском языке без изменения, принимая во

внимание их краткость и удобность в употреблении; б) если основы терминов являются русскими, то следует подбирать эквиваленты в азербайджанском языке, но при этом префиксы *ультра-*, *гипер-*, сохраняются; в) русский префикс *сверх-* следовало бы передавать азербайджанским словом *јүксэк*, а также в случае надобности морфемой *ифрат*, давно бытующей в языке.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бадакишиев К. Термины по анатомии, гистологии и эмбриологии. Русско-латинско-азербайджанские. — Баку: Изд-во АН АзССР, 1961.
2. Ботанические термины и названия растений (азербайджанско-русско-английско-латинские). — Баку: Элм, 1980.
3. Русско-азербайджанско-английский словарь терминов по радиоэлектронике. — Баку: Маариф, 1978.
4. Словарь химических терминов. Русско-латинско-азербайджанский. — Баку: Элм, 1970.
5. Словарь химических терминов. — Баку: Изд-во АН АзССР, 1959.
6. Словарь фотографических и кинематографических терминов. — Баку: Изд-во АН АзССР, 1966.
7. Словарь терминов по хирургии. — Баку: Изд-во АН АзССР, 1965.
8. Словарь терминов по физиологии человека и животных. — Баку: Изд-во АН АзССР, 1961.
9. Словарь терминов по физике. — Баку: Изд-во АН АзССР, 1965.
10. Терминологический словарь по автоматическому управлению. Русско-англо-азербайджанско-киргизско-туркменско-узбекский. — Баку: Элм, 1977.
11. Словарь общественно-политической терминологии. — Баку: Элм, 1985.
12. Словарь гидрогеологических терминов. — Баку: Элм, 1972.
13. Русско-азербайджанский словарь терминов политической экономики. — Баку: Элм, 1983.

Институт языкознания АН АзССР

Поступило 5. V 1985

С. И. Новрузова

#### ӨНШӘКИЛЧИЛИ РУС ВӘ БЕЈНӘЛМИЛӘЛ ТЕРМИНЛӘРИН АЗӘРБАЈЧАН ДИЛИНДӘ ВЕРИЛМӘСИ ҮСУЛЛАРЫ

Мүасир Азәрбајчан дилинин терминологијасы илә бағлы мүнүм мәсәләләрдән бирини өншәкилчили терминләрини нечә верилмәси мәсәләсидир. Мәғаләдә өншәкилчили рус вә бејнәлмиләл терминләрини Азәрбајчан дилиндә верилмәсинин мүнхәлиф јоллары нәзәрдән кечирилмишдир. Чүнки индијадәк бу чүр терминләрини Азәрбајчан дилиндә һансы шәкилдә ишләдилмәси принципләри дәгиг мүнәјјәнләширилмәдијинә көрә, үмумијјәтлә, үн-сијјәт просесиндә вә хуеусән дә елми-техники әдәбијјатини тәрчүмәсиндә мүнәјјән чәтин-ликләр гаршија чыхырды. Мәғаләдә тәһлил үчүн, әсәсэн, ультра-, гипер-, сверх-, өншәкилчили терминләр көтүрүлмүшдүр.

S. I. Novguzova

#### RENDERING OF RUSSIAN-INTERNATIONAL PREFIXATION TERMS AZERBAIAN

One of the burning questions of the present-day Azerbaijan terminology, which is still not worked out, is the rendering of the Russian-international term with various prefixes and their unification.

The article considers various ways of rendering the terms: complete transfer from the language of borrowings, partial translation, loan-translations, etc., which create certain difficulties for scientific communication, and therefore universal principles of rendering are suggested. The terms formed with prefixes *ultra-*, *hyper-*, *super-* were selected as the material for the analysis.

МҮНДЭРИЧАТ

*И. Э. Маммадов.* Өзлү-эластиклик нээријјәсиндән бир гарышыг мәсәләнин һәлли *Неујен Конг Ноан.* Үмуми интеграл мәһдудийјәтли чохојунчулу хәтти дифференциал ојунлар . . . . . 3  
8

Кибернетика

*И. М. Әлијев.* Авиакосмик вә јерүстү мә'лумат—өлчү системләринин элементләринин ефективлијини јүксәлтмәк алгоритми . . . . . 12  
*А. Д. Искәндаров, Т. Б. Гардашов.* Автомодел режимдә квазихәтти һестлик-кечирмә тәһлији үчүп тәрә мәсәләнин һәлли . . . . . 17

Јарымкечиричиләр физикасы

*И. Р. Нуријев, Р. И. Нәбијев.* PbS(Se) эпитаксиал тәбәгәләри әсасында һазырланмыш фотоһәссас р—п кечидләр . . . . . 21  
*Ј. М. һачыјев, Б. А. һүсејнов, Р. Н. Мәһдизадә, Э. Б. Сәфәров.* Me—siO<sub>2</sub>—ZaSe структурунун фотокечиричилији . . . . . 25  
*А. И. Казымзадә, И. С. Баукин, Ј. А. Бајрамов, В. И. Таһиров.* һетерокечидләри әсасында координата һәссас фотоэлементләр . . . . . 30  
*В. Ә. Әлијев, И. Ч. һүсејнов, Ј. М. Чапанова, В. В. Кодин.* AgZnSe<sub>2</sub> кристалларынын ашагы температурларда термик кенишләnmәси һаггында . . . . . 33  
*Г. Ч. Султанов, Ј. А. һүсејнов, Ч. Т. һүсејнов, Р. К. Вәлијев.* Нүвә гамма-резонанс үсулу илә CdZn<sub>0,07</sub>Fe<sub>0,03</sub>JnS<sub>4</sub> тәдгиги . . . . . 36

Физики кимја

*М. И. Рүстәмов, О. Н. Новрузов, М. М. Сејидрәзәјевә, Ф. М. Әлизадә.* Сеолит-тәркибли никел-алүмосиликат катализаторларынын магнетокимјәви хәссәләри . . . . . 39

Үзви кимја

*Р. А. Султанов, К. М. Рүстәмов.* Силоксан тәркибли диитрилләр . . . . . 44  
*И. Ч. Таһијов, Ф. И. Кәримова, М. А. Барјакина.* Чатлы лај моделиндән, онун һәһијәләриндәки тәзјигләр фәргини сыфра бәрәбәр олмасы шәртилә карбоһидрогенли мајеләрин вә сујун гаршылыгы сыхышдырылмасы . . . . . 48

Һидротехника

*Т. К. Тејмуров.* Узунуна сәрфи дәјишән, басгысыз ишләјән дүзбучагы суапарычынын һесабаты . . . . . 52  
*Ч. Ч. Чәфәрова.* Абшерон јарымадасынын чөкүнтүләриндә чинсини јени дөврүнүн тапылмасы . . . . . 56

Агрохимја

*Ә. Н. Күләһмәдов, Т. М. Агајевә.* Микроэлементләрин дуз мәһлулары илә көкүстү чиләнмәнин јонча мәһсулдарлығына ефективлији . . . . . 60

Һисан вә һејван физиолокијасы

*И. И. һәсанов, Ә. М. Мәликов, К. О. Әлијев.* Моноаминләрин микропликасијасынын пишикләрдә һиппокампал тетаритмини формалашмасына тәсири . . . . . 64

Паразитолокија

*Ш. Р. Ибраһимов.* Хәзәр дәнизи сийәнәккимиләринин паразит фаунасынын зооографи тәһлили . . . . . 68

Ботаника

*В. Ч. һачыјев, Г. Ф. Ахундов.* Азәрбајчанын ботаники-чографи рајонлашдырылмасы . . . . . 72

Лингвистика

*Е. Ә. Мәммадов.* Фонолокијадә типолокија: синтагматик аспект . . . . . 76

Топонимика

*Б. Б. Нуријев.* Варташен вә Гутгашен ојконимләринин мәншәјинә даир . . . . . 78

Терминология

*С. И. Новрузова.* Өншәкилчили рус вә бејнәлмиләл терминләрин Азәрбајчан дилиндә верилмәси үсуллары . . . . . 81

## СОДЕРЖАНИЕ

### Математика

- Ю. А. Мамедов.* Решение одной смешанной задачи из вязко-упругости . . . . . 3  
*Игуен Конг Хоан.* Линейная дифференциальная игра многих лиц с общими интегральными ограничениями . . . . . 8

### Кибернетика

- И. М. Алиев.* Алгоритм повышения эффективности элементов авиакосмических и наземных информационно-измерительных систем . . . . . 12

### Прикладная механика

- А. Д. Искендеров, Т. Б. Гардашов.* Решение обратной задачи для квазелинейного уравнения теплопроводности в автомодельном режиме . . . . . 17

### Физика полупроводников

- И. Р. Нуриев, Р. Н. Набиев.* Фоточувствительные Р-П-переходы на основе эпитаксиальных пленок . . . . . 21  
*Я. М. Гаджиев, Б. А. Гусейнов, Р. Н. Мехтизаде, Э. Б. Сафаров.* Фотопроводимость  $Me-SiO_2-GaSe$  структур . . . . . 25  
*А. Г. Кязым-заде, И. С. Баукин, Я. А. Байрамов, В. И. Тагирев.* Координатно-чувствительные фотоэлементы на основе гетеропереходов  $InSe-GaSe$  . . . . . 30  
*В. А. Алиев, Г. Д. Гусейнов, Л. М. Чапанова, В. В. Кодин.* О низкотемпературном термическом расширении  $AgInSe_2$  . . . . . 33  
*Г. Д. Султанов, Ю. А. Гусейнов, Д. Т. Гусейнов, Р. К. Велиев.* Ядерное гамма-резонансное исследование  $CdGaInSi$  . . . . . 36

### Физическая химия

- Чл.-корр. АН АзССР *М. И. Рустамов, О. Н. Новрузов, М. М. Сеидрзаеви, Ф. М. Ализаде.* Магнетохимические свойства цеолитсодержащих никель-алюмо-силикатных катализаторов . . . . . 39

### Органическая химия

- Р. А. Султанов, К. М. Рустамов.* Силоксансодержащие динитрилы . . . . . 44

### Разработка

- Член-корр. АН АзССР *И. Д. Таиров, Ф. Г. Керимова, М. А. Барякина.* Взаимовытеснение углеводородных жидкостей и вод в щелях в отсутствие гидродинамического перепада давления на концах модели . . . . . 48

### Гидротехника

- Т. К. Теймуров.* О расчете безнапорных водоводов прямоугольного сечения с переменным по длине расходом . . . . . 52

### Палеонтология и стратиграфия

- Ж. Д. Джафарова.* Новый вид рода *Alosa* в Акчагыльских отложениях Апшеронского полуострова . . . . . 56

### Агрехимия

- Чл.-корр. АН АзССР *А. Н. Гюльяхмедов, Т. М. Агаева.* Эффективность внекорневой подкормки растворами солей микроэлементов на урожайность сена люцерны . . . . . 60

## Физиология человека и животных

- Акад. *Г. Г. Гасанов, Э. М. Меликов, К. О. Алиев.* Влияние моноаминовой микроапликации на формирование гиппокампального тета-ритма кошек . . . . . 64

### Паразитология

- Ш. Р. Ибрагимов.* Зоогеографический анализ паразитофауны сельдевых рыб Каспийского моря . . . . . 68

### Ботаника

- Член-корр. АН АзССР *В. Д. Гаджиев, Г. Ф. Ахундов.* Ботанико-географическое районирование Азербайджана . . . . . 72

### Лингвистика

- Э. Э. Мамедов.* Типология в фонологии: синтагматический аспект . . . . . 76

### Топонимика

- Э. Б. Нуриев.* О происхождении названия Варташен и Куткашен . . . . . 78

### Терминология

- С. И. Новрузова.* Передача русско-интернациональных префиксальных терминов на азербайджанском языке . . . . . 81

9. Текст статьи печатается на белой бумаге через два интервала на одной стороне листа стандартного размера, с полями с левой стороны (не более 28 строк на одной странице по 58—60 знаков в строке). В тексте нельзя делать рукописные вставки и вклейки.

Статьи, напечатанные на портативной машинке, не принимаются.

10. Текст статьи должен быть изложен кратко, тщательно отредактирован и подписан авторами в печать. В математических статьях желательно избегать доказательств теорем, лемм и т. п. При использовании в тексте сокращенных названий (кроме общепринятых) необходимо давать их расшифровку.

11. Математические и химические формулы и символы в тексте должны быть вписаны четко. Следует избегать громоздких обозначений, применяя, например, дробные показатели степени вместо радикалов, а также exp. Заглавленные формулы обязательно включаются в красную строку, номер формулы ставится у правого края страницы. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки. Подстрочные и надстрочные индексы и степени следует отмечать карандашом, дугами сверху и снизу:

$R^n, r_n$

Греческие буквы нужно обводить (в кружок) красным карандашом. Буквы готического шрифта и рукописные в рукописях не использовать, векторные величины — подчеркивать черным, буквы латинского рукописного шрифта следует отметить на полях (например, N рукоп.).

Во избежание ошибок следует четко обозначать прописные (заглавные) и строчные буквы латинского алфавита, имеющие сходное начертание (Ca; Kk; Pp; Oo; Ss; Uu; Vv; и т. д.), буквы I(i) и J(j) букву I и римскую единицу I, а также арабскую цифру 1 и римскую I, (вертикальная черта), I и штрих в индексах, I (латинское эль) и e. Прописные буквы подчеркивают карандашом двумя черточками снизу (C), а строчные — сверху (c).

Следует избегать знаков типа  $\sim$  (волна),  $\odot$ ,  $\oplus$ ,  $\otimes$ ;  $\lrcorner$ ,  $\bar{\lrcorner}$ ,  $\diamond$ ,  $\vee$ ,  $\wedge$

(крышки) над и под буквами, а также знаков:

$\pi$   $\times$   $\underline{e}$ ,  $||$ ,  $|$ ,  $''$

Латинские названия вписываются на машинке.

Слова «теорема», «лемма», «следствие», «определение», «замечание» и т. п. следует подчеркивать штриховой чертой, а текст утверждений типа теорем—волнистой чертой (исключая математические символы).

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

12. При описании методики исследования следует ограничиваться оригинальной ее частью. При элементном анализе приводить только усредненные данные.

13. Необходимо тщательно проверить написание местных географических названий.

14. Цитируемая литература проводится общим списком на отдельной странице: ссылки в тексте даются порядковым номером в круглых скобках над строкой (например,<sup>1)</sup>. Список литературы оформляется следующим образом:

для книг: инициалы и фамилии авторов, полное название книги, место и год издания;

для журнальных статей: инициалы и фамилия авторов, название журнала, номер том и номер выпуска, страница и год издания.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

15. Все статьи должны иметь резюме на английском языке, кроме того, статьи, написанные на русском и азербайджанском языках, должны иметь резюме на азербайджанском и на русском соответственно.

Публикация статьи в «Докладах» не препятствует напечатанию расширенного ее варианта в другом периодическом издании.

Сдано в набор 13. 03. 87. Подписано к печати 02. 10. 87. ФГ 15928. Формат 70×100<sup>1/16</sup>. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литературная. Печать высокая. Усл. печ. лист 7,15. Усл. кр.-отт. 7,15. Уч.-изд. лист 5,8. Тираж 600. Заказ 256. Цена 70 коп.

Издательство «Элм».

370143 Баку-143, проспект Нариманова, 31, Академгородок, Главное здание.

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

