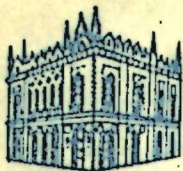


11-468



ISSN 0002-3078

АЗƏРБАЙЧАН ССР ЕЛМЛƏРАКАДЕМИЈАСЫ  
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

# МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXVII ЧИЛД

1981 • 5

11/15

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

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

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

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

### ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

Статьи, присланные без соблюдения этих правил, рассматриваться не принимаются.

1. Статьи, направляемые в редакцию, должны быть написаны на русском языке. Статьи с просьбой напечатать на языке Азерб. ССР или академика АН Азерб. ССР.

2. Статья публикуется в журнале в порядке очередности публикации. Для этого необходимо указать приоритет. Для этого необходимо указать приоритет.

3. Как правило, редакция не распространяется на членов Президиума АН Азерб. ССР.

4. «Доклады» помещаются в журнале в порядке очередности публикации.

5. Авторы должны определить индекс статьи по системе классификации. Кроме того, авторский индекс статьи прилагается отпечатанным на отдельном листе.

6. В конце статьи необходимо указать фамилию, имя и отчество автора, телефон (служебный и домашний).

7. Возвращение рукописей к печати. После получения рукописи автор должен представить доработанный экземпляр статьи, а также оригиналы иллюстраций.

8. В «Докладах» не публикуются статьи объемом более 15 источников (включая и обозначения). Вклейки даются только в виде рисунков (карты, схемы и т.д.) и графический материал тех же данных в тексте, выполнены четко, и формат рисунков представляются напечатанными в 2-х экземплярах (рисунки мягким карандашом).

Писать разборчиво	11-168
Шифр	
Автор	
Название	Док. о...

# МƏРУЗƏЛƏР

## ДОКЛАДЫ

### ТОМ XXXVII ЧИЛД

№ 5

«ЕЛМ» НƏШРИЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭЛМ»  
БАКЫ—1981—БАКУ



М. А. ВЕЛИЕВ

К УСТОЙЧИВОСТИ МЕТОДА БУБНОВА—ГАЛЕРКИНА  
ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА  
В ГИЛЬБЕРТОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

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

В заметке рассматривается вопрос об устойчивости метода Бубнова—Галеркина (в смысле определения, данного в [1, 2] для уравнений первого порядка и без оговорок используются результаты и терминологии из [2, 3, 4].

1. Рассмотрим задачу

$$u' + A_1 u = A_2 u = f(t), \quad u(0) = u_0, \quad (1)$$

где  $A_i (i = 1, 2)$  — постоянные линейные операторы, действующие в вещественном гильбертовом пространстве  $H$ ; оператор  $A_1$  самосопряженный, положительно определенный в  $H$ ; области определения операторов  $A_i (i = 1, 2)$  удовлетворяют условию  $D(A_1^{1/2}) \subseteq D(A_2)$ .  $u_0$  — заданный, а  $f(t)$  при всех  $t \geq 0$  заданный элемент из  $H$ .

Для приближенного решения задачи (1) выберем координатную систему  $\{\varphi_k\} \subset D(A_1^{1/2})$  и приближенное решение ищем в виде  $u_n(t) \equiv \sum_{k=1}^n c_k^{(n)}(t) \varphi_k$ . Коэффициенты  $c_k^{(n)}(t) (k = 1, 2, \dots, n)$  определяются из

системы, которая в матричной форме имеет вид

$$R_{n0} C_n'(t) + R_{n1} C_n(t) + R_{n2} C_n(t) = f_n(t), \quad (2)$$

где  $R_{n0} = \|(\varphi_k, \varphi_j)\|_{k,j=1}^n$ ,  $R_{n1} = \|[\varphi_k, \varphi_j]_{A_1}\|_{k,j=1}^n$ ,  $R_{n2} = \|(A_2 \varphi_k, \varphi_j)\|_{k,j=1}^n$

$$f_n(t) = ((f(t), \varphi_1), \dots, (f(t), \varphi_n)),$$

а  $C_n(t)$  — вектор из  $n$ -мерного евклидова пространства  $E_n$ . Начальное условие имеет вид

$$C_n(t)|_{t=0} = C_n(0). \quad (2')$$

Постоянный вектор  $C_n(0)$  определяется из системы

$$R_{n1} C_n(0) = T_n, \quad (3)$$

где

$$T_n = ([u_0, \varphi_1]_{A_1}, \dots, [u_0, \varphi_n]_{A_1})$$

Лемма 1. Если  $u_0 \in D(A_1^{1/2})$  то справедлива оценка

$$\|R_{n1}^{-1} C_n(0)\|_{E_n} \leq \|u_0\|_{A_1}.$$

Лемма 2. Пусть 1) оператор  $A_1$  самосопряженный положительно определенный в  $H$ ; 2) операторы  $A_1, A_2$  удовлетворяют условию

$$\|A_2 u\| \leq \alpha_2 \|A_1^{1/2} u\|, \quad \forall u \in D(A_1^{1/2}), \quad \alpha_1 = \text{const} > 0; \quad (4)$$

3)  $u_0 \in D(A_1^{1/2})$ ; 4)  $f \in L_2(0, T; H)$ .

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г. Б. Абдуллаев (главный редактор), М. Т. Аббасов,  
Ал. А. Ализаде (зам. главного редактора), В. С. Алиев, Г. А. Алиев,  
Дж. А. Алиев, Н. 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. Топчибашев, М. А. Усейнов,  
Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

© Издательство «Эам», 1981 г.

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

Тогда

$$2(1 - \varepsilon_0) \int_0^t \|R_{n0}^{1/2} C_n(\tau)\|_{E_n}^2 \exp\left\{\frac{\sigma_1^2}{\varepsilon_0}(t - \tau)\right\} d\tau + \|R_{n1}^{1/2} C_n(t)\|_{E_n}^2 < M_0, \quad \forall t \in [0, T], \quad (5)$$

где  $\varepsilon_0 \in [0, 1)$ ,  $M_0 = \text{const} > 0$ ,  $C_n(t)$  — решение задачи (2), (2').

Пусть координатная система  $\{\varphi_k\} \subset D(A_1^{1/2})$  сильно минимальна в  $H$ . Тогда  $0 < r_0 r_i^{(n)}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), где  $r_i^{(n)}$  — собственные значения матрицы  $R_{n1}$ . Рассмотрим систему

$$(R_{n1} - \Gamma_{n1}) \tilde{C}_n(0) = T_n + \varepsilon_n,$$

где матрица погрешностей  $\Gamma_{n1}$  симметрична в  $E_n$ , а  $\varepsilon_n$  — погрешность вектора  $T_n$ .

Лемма 3. Пусть 1) оператор  $A_1$  самосопряженный положительно определенный в  $H$ ; 2) координатная система  $\{\varphi_k\} \subset D(A_1^{1/2})$  сильно минимальна в  $H$ ;

3)  $u_0 \in D(A_1^{1/2})$ .

Тогда, если  $\|\Gamma_{n1}\|_{E_n} \leq \beta_0 r_0$ ,  $\beta_0 \in (0, 1)$ , то

$$\|R_{n1}^{1/2} (\tilde{C}_n(0) - C_n(0))\|_{E_n} \leq C_1 \|\Gamma_{n1}\|_{E_n} + C_2 \|\varepsilon_n\|_{E_n},$$

где  $C_1, C_2$  — положительные постоянные, независимые от  $n$ .

Теорема 1. Пусть 1) выполнены условия леммы 2; 2) координатная система  $\{\varphi_k\} \subset D(A_1^{1/2})$  сильно минимальна в пространстве  $L_2(0, T; H_{\Lambda}(t))$ ,  $C(0, T; H_{\Lambda}(t))$  в  $H$ .

Тогда приближенное решение задачи (1) по методу Бубнова — Галеркина устойчиво в пространствах  $L_2(0, T; H_{\Lambda})$ ,  $C(0, T; H_{\Lambda})$  на  $(0, \infty)$ , если  $A_2(t) \equiv 0$ .

Пусть  $A_2 = 0$ . Тогда легко видеть, что решение системы Бубнова — Галеркина продолжимо на  $(0, \infty)$  [6]. Поэтому имеет место следующее утверждение.

Теорема 2. Пусть 1) оператор  $A_1$  самосопряженный положительно определенный в  $H$ ; 2) координатная система  $\{\varphi_k\} \subset D(A_1^{1/2})$  сильно минимальна в  $H$ ; 3)  $u_0 \in D(A_1^{1/2})$ ; 4)  $f \in L_2(0, \infty; H)$ .

Тогда приближенное решение задачи (1) по Бубнову — Галеркину устойчиво в пространстве  $C(0, \infty; H)$ .

2. Рассмотрим задачу Коши для уравнений с переменными коэффициентами

$$u' + A_1(t)u + A_2(t)u = f(t), \quad u(0) = u_0, \quad (6)$$

где  $A_k(t)$  ( $k = 1, 2$ ) — линейные операторы в  $H$ , определенные на плотном в  $H$  множестве  $D(A_1)$ , независимом от  $t$ , причем  $D(A_1^{1/2}) \subset D(A_2)$ . Условия однозначной разрешимости приведены в [3, 4].

Будем различать два случая: 1) оператор  $A_1(t)$  сильно дифференцируем в  $H$ ; 2) оператор  $A_1(t)$ , вообще говоря, недифференцируем в  $H$ .

Рассмотрим первый случай. Имеет место Лемма 4. Пусть 1) оператор  $A_1(t)$  при  $\forall t \in [0, T]$  самосопряженный, положительно определенный в  $H$ , т. е. для  $\forall t \in [0, T]$  и  $\forall u \in D(A_1)$  выполнено условие

$$(A_1(t)u, u) \geq \gamma_0^2 (u, u), \quad \gamma_0 = \text{const};$$

2) операторы  $A_i(t)$  ( $i = 1, 2$ ) удовлетворяют условию  $\|A_2(t)u\| \leq \alpha_2 \|A_1^{1/2}(t)u\|$ ,  $\forall t \in [0, T]$ ,  $\forall u \in D(A_1^{1/2})$ ,  $\alpha_2 = \text{const} > 0$ ;

3) оператор  $A_1(t)$  сильно дифференцируем и производная  $A_1(t)$  удовлетворяет условию  $(A_1'(t)u, u) \leq 0$ ,  $\forall t \in [0, T]$ ,  $\forall u \in D(A_1)$ ;

4)  $u_0 \in D(A_1^{1/2}(0))$ ; 5)  $f \in L_2(0, T; H)$ .

Тогда для  $\forall t \in [0, T]$  справедлива оценка

$$\int_0^t \|R_{n0}^{1/2} C_n(\tau)\|_{E_n}^2 \exp\{4\alpha_2^2(t - \tau)\} d\tau + \|R_{n0}^{1/2}(t) C_n(t)\|_{E_n}^2 \leq M_1,$$

где  $M_1$  — положительная постоянная, независимая от  $n$ . Пусть  $\Gamma_{n0}, \Gamma_{ni}(t)$  ( $i = 1, 2$ ) — возмущения матриц  $R_{n0}, R_{ni}(t)$  ( $i = 1, 2$ ) соответственно,  $\Gamma_{n0}, \Gamma_{ni}(t)$  — самосопряженные в  $E_n$ ,  $\Gamma_{ni}(t)$  ( $i = 1, 2$ ) непрерывны на  $[0, T]$  и выполняются условия

$$\|\Gamma_{n0}\|_{E_n} \leq \Lambda_0, \quad \|\Gamma_{ni}\|_{C(0, T; E_n)} \leq \Lambda_i, \quad (8)$$

где  $\Lambda_i$  ( $i = 0, 1, 2$ ) — положительные постоянные, независимые от  $n$ . Теорема 3. Пусть 1) выполнены условия леммы 4; 2) координатная система  $\{\varphi_k\} \subset D(A_1^{1/2})$  сильно минимальна в  $H$ ; 3) выполнены условия (8).

Тогда процесс определения приближенного решения задачи (6) по методу Бубнова — Галеркина устойчив в пространствах

Перейдем к вопросу об устойчивости на  $(0, \infty)$ . Легко видеть, что решение системы Бубнова — Галеркина для задачи (6) продолжимо на  $(0, \infty)$ , если  $A_2(t) \equiv 0$ .

Лемма 5. Пусть 1) оператор  $A_1(t)$  самосопряженный, положительно определенный в  $H$ ; 2)  $A_2(t) \equiv 0$ ; 3)  $u_0 \in D(A_1^{1/2}(0))$ ; 4)  $f \in L_2(0, \infty; H)$ . Тогда

$$\|u_n\|_{L_2(0, \infty; H)}^2 + \|u_n\|_{C(0, \infty; H_{\Lambda}(t))}^2 \leq M_2,$$

где  $M_2$  — положительная постоянная, независимая от  $n$ . Теорема 4. Пусть 1) выполнены условия леммы 5; 2) выполнены условия 3), 4) леммы 4; 3) координатная система  $\{\varphi_k\} \subset D(A_1^{1/2})$  сильно минимальна в  $H$ ;

1) выполнены условия  $\|\Gamma_{n0}\|_{E_n} \leq \Lambda_0$ ,  $\sup_{t > 0} \|\Gamma_{n1}(t)\|_{E_n} \leq \Lambda_1$ ,

где  $\Lambda_i$  ( $i = 0, 1$ ) — положительные постоянные, независимые от  $n$ . Тогда процесс приближенного решения по методу Бубнова — Галеркина устойчив в пространстве  $C(0, \infty; H)$ .

Перейдем ко второму случаю. Пусть оператор  $A_1(t)$ , вообще говоря, недифференцируем.

Лемма 6. Пусть 1) оператор  $A_1(t)$  самосопряженный положительно определенный в  $H$ , т. е. для  $\forall t \in [0, T]$  и  $\forall u \in D(A_1)$  выполнено неравенство

$$(A_1(t)u, u) \geq \gamma_0^2 (u, u), \quad \gamma_0 = \text{const};$$

2) операторы  $A_1(t), A_2(t)$  удовлетворяют условию  $[(A_1(t) + A_2(t))u, u] \geq q \|A_1^{1/2}(t)u\|^2 - \alpha_2 \|u\|^2$

при  $\forall t \in [0, T], \forall u \in D(A_1)$ , где  $q = \text{const} > 0$ : 3)  $u_0 \in H$ ;  
 4)  $f \in L_2(0, T; H)$ .  
 Тогда

$$\|R_{n0}^{(1)} C_n\|_{L_2(0; T; E_n)} \leq \sqrt{\frac{C}{\alpha_1}}, \|R_{n0}^{(1)} C_n\|_{C(0, T; E_n)} \leq \sqrt{C},$$

где  $C, \alpha_1$  — положительные постоянные, независящие от  $n$ , а  $C_n(t)$  решение системы Бубнова—Галеркина при  $C_n(t)|_{t=0} = C_n(0)$ .

Теорема 5. Пусть 1) выполнены условия леммы 6; 2) координатная система  $\{\varphi_k\} \subset D(A_1^{1/2})$  сильно минимальна в  $H$ ;  
 3)  $\Gamma_{n0} = 0, \|\Gamma_{ni}\|_{C(0, T; E_n)} \leq \Lambda_i$ ,

где  $\Lambda_i (i = 1, 2)$  — положительные постоянные, независящие от  $n$ .  
 Тогда процесс определения приближенного решения задачи (6) по методу Бубнова—Галеркина устойчив в пространствах  $L_2(0, T; H), C(0, T; H)$ .

Замечание 1. Из утверждения теорем 1, 3, 5 вытекает, что процесс определения коэффициентов  $c_k^{(n)}(t) (k = 1, 2, \dots, n)$  устойчив в пространствах  $L_2(0, T; E_n), C(0, T; E_n)$ , а из утверждения теорем 2, 4 вытекает устойчивость коэффициентов в пространстве  $C(0, \infty; E_n)$ .  
 Замечание 2. Полученные результаты справедливы и для более общей задачи

$$A_0(t)u' + A_1(t)u + A_2(t)u = f(t), u(0) = u_0,$$

где операторы  $A_i(t) (i = 0, 1, 2)$  — самосопряженные, положительно определенные в  $H$ , а оператор  $A_2(t)$  удовлетворяет условию подчинения.

#### Литература

1. Велнев М. А. ДАН СССР, 157, № 1, 16—19, 1964. 2. Михлин С. Г. Численная реализация вариационных методов. Наука, М., 1966. 3. Ладженская О. А. Матем. сб., 39, № 4, 491—524, 1956. 4. Ладженская О. А. Матем. сб., 45, № 2, 123—158, 1958. 5. Велнев М. А. Сиб. матем. ж., 9, № 4, 783—789, 1967. 6. Мамедов Я. Д. Односторонние оценки в условиях исследования решений дифференциальных уравнений в банаховых пространствах. Элм, Баку, 1971.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 3. VII 1986

М. А. Валиев

#### ГИЛБЕРТ ФЭЗАСЫНДА I ТЭРТИБ ХЭТТИ ТЭНЛИКЛЭР ҮЧҮН БУБНОВ-ГАЛЖОРКИН УСУЛУНУН ДАЈАНЫГЛЫҒЫНА ДАИР

Һәгиһи  $H$  һилберт фәзасында

$$u' + A_1 u + A_2 u = f(t), u(0) = u_0$$

Коши мәсәләһинә баһыһыр, Бурада  $A_1, A_2$  фәзасында тәһсир едән хәтти операторлардыр;  $A_1$  оператору  $H$  фәзасында өз-өзүнә гоһма вә мүһбәт [мүә]һәндир;  $D(A_1^{1/2}) \subseteq D(A_2)$ ;  $A_1, A_2$  операторлары бағлыһыг шәртһини өдәһир,  $u_0 \in D(A_1^{1/2}), f \in L_2(0, T; H)$ .

Кәһтәрһиләр ки,  $D(A_1^{1/2})$  чоһлуғундан көтүрүлмүш координат системи  $H$  фәзасында күчлү минималдырса, онда Бубнов-Галжоркин усулу ихтиһари сонлу парча үчү дајанығлыдыр;  $A_2 = 0$  оларса, онда усул сонсуз парча үчүн да дајанығлыдыр.  
 Нәтиһәләр дәһиһән әһсалһы дифференциал тәһликләрә көчүрүлүр.

M. A. Veliev

#### TO THE STABILITY OF BUBNOV—GALJORKIN'S METHOD FOR THE FIRST ORDER LINEAR EQUATIONS IN THE HILBERT'S SPACE

In this article the stability of Bubnov—Galjorkin's method for the linear equation of the first order with the constant and variable coefficient in Hilbert's space is investigated.

In the sufficient condition the stability method for the strong minimal coordinate system is proved.

Р. А. ШАФИЕВ

ОБ L-ПСЕВДООБРАЩЕНИИ

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

Обобщение понятия псевдообратного оператора, введенное в работе [1], позволяет синтезировать два направления исследований в теории методов решения некорректных задач, ранее развивавшихся изолированно друг от друга. Одно направление связано с разработкой методов решения операторных уравнений, другое — с методами вычисления значений операторов.

В настоящей работе, ограничиваясь рамками линейных непрерывных операторов и используя геометрический подход, изучается L-псевдорешение и L-псевдообратный оператор, определенные в [1]. Отметим, что близкие вопросы изучались в [2], однако определение L-псевдообратного в этой работе отличается от принятого в [1].

1. Пусть  $U \in L(X, Y)$  и  $X, Y$  — гильбертовы пространства.

Теорема 1. Уравнение

$$Ux = y \tag{1}$$

имеет единственное нормальное псевдорешение в том и только в том случае, если  $P_{R(U)} y \in R(U)$ , т. е.  $y \in D(U^+) = R(U) \circ R(U)^\perp$ . При этом  $x^* y = U^+ y$ .

Из теоремы следует, что множество

$$Uy = \{u : u = U^+ y + P_{N(U)} x, \forall x \in X\} \tag{2}$$

определяет все псевдорешения уравнения (1).

Псевдообратный оператор имеет следующее представление:

$$U^+ y = U_T^{-1} U^* y, y \in D(U^+), \tag{3}$$

где  $U_T = TP_{N(U)} + U^* U$  и  $T$  — линейный оператор в  $X$ . Обратимость  $U_T$  вытекает из обратимости  $T$  на  $N(U)$  и условия  $R(P_{N(U)} TP_{N(U)}) = N(U)$ , в частности,  $P_{N(U)}^{\perp} TP_{N(U)} = 0$  (ср. [3] и [4]).

Лемма 1 [4]. Пусть  $S = I - \beta U^* U$ .  $S^n$  сходится к  $P_{N(U)}$  тогда и только тогда, когда  $U$  — нормально разрешимый и  $0 < \beta < 2\|U\|^{-2}$ .

При этом  $\|S^n - P_{N(U)}\| \leq \|\bar{S}\|^n$ , где  $\bar{S}$  — сужение  $S$  на  $R(U^*)$ . Если  $A$  — нормально разрешимый оператор, то имеем (см. [5]):

$$\|A^+ - (\omega T + A^* A)^{-1} A^*\| \leq \omega \theta_2 \|A^+\|^2, \tag{4}$$

$$\|(\omega T + A^* A)^{-1} A^*\| \leq \|A^+\|, \tag{5}$$

$$\|(\omega T + A^* A)^{-1}\| \leq (\omega \theta_1)^{-1}, \tag{6}$$

$$\|(\omega T + A^* A)^{-1} A^*\| \leq (2\omega \theta_1)^{-\frac{1}{2}}, \tag{7}$$

где  $T$  — самосопряженный оператор в  $X$ , удовлетворяющий условиям:

$$\theta_1(x, x) \leq (Tx, x) \leq \theta_2(x, x), 0 < \theta_1 \leq \theta_2, \tag{8}$$

$$P_{N(U)}^{\perp} TR_{N(U)} = 0. \tag{9}$$

В качестве  $T$  можно взять оператор  $S^n$ ,  $n \geq 0$ , где  $0 < \beta < \|U\|^{-2}$ .

2. Пусть задан еще оператор  $L \in Z(X, Z)$ , где  $Z$  — гильбертово пространство. Всякое псевдорешение  $x_{yz}$  уравнения

$$Lx = z, \tag{10}$$

принадлежащее множеству  $Uy$ , называется L-псевдорешением уравнения (1). Если  $z = 0$  и  $L = I$ , то L-псевдорешение является нормальным псевдорешением.

Из теоремы 1 и (2) вытекает

Лемма 2. Условия  $y \in R(U) \circ R(U)^\perp$ ,  $z - LU^+ y \in R(LP_{N(U)}) \circ R(LP_{N(U)})^\perp$  необходимы и достаточны для существования L-псевдорешения уравнения (1), причем

$$x_{yz} = U^+ y + P_{N(U)} [(LP_{N(U)})^\perp (z - LU^+ y) + P_{N(LP_{N(U)})} x], x \in X. \tag{11}$$

Из (11) следует, что для единственности L-псевдорешения необходимо и достаточно, чтобы

$$P_{N(U)} P_{N(LP_{N(U)})} = 0 \tag{12}$$

Условие (12) равносильно любому из следующих соотношений:

$$N(U) \cap N(L) = \{0\}; R((LP_{N(U)})^\perp) = N(U); R((LP_{N(L)})^\perp) = N(L); U^* U + L^* L \text{ — обратим.}$$

Из (12) также следует, что оператор  $U^* + \alpha L^* L$  обратим при  $\forall \alpha \neq 0$ .

Теорема 2. L-псевдорешение уравнения (1) существует и единственно тогда и только тогда, когда  $y \in D(U^+)$ ,  $z - LU^+ y \in D((LP_{N(U)})^\perp)$  и выполнено условие (12). При этом L-псевдорешение

$$x_{yz} = U^+ y + (LP_{N(U)})^\perp (z - LU^+ y). \tag{13}$$

Теорема 2 в комбинации с предложением о том, что область определения псевдообратного совпадает со всем пространством тогда и только тогда, когда оператор нормально разрешим, позволяет формулировать необходимые и достаточные условия существования и единственности L-псевдорешения при любом  $y$  или при любом  $z$ , или при любом  $y$  и  $z$ . Приведем еще такое

Следствие. Если пространства  $X$  и  $Y$  конечномерны, то условие (12) необходимо и достаточно для существования и единственности L-псевдорешения уравнения (1) при любых  $y \in Y$  и  $z \in Z$ .

Отметим, что оператор  $LP_{N(U)}$  нормально разрешим, если например, пространство  $X$  конечномерно;  $N(U)$  компактно; оператор  $L$  нормально разрешим.

Теорема 3. Элемент  $x_0 \in X$  является L-псевдорешением уравнения (1) в том и только в том случае, если  $x_0$  — решение системы уравнений  $U^*(Ux - y) = 0$ ,  $P_{N(U)} L^*(Lx - z) = 0$ .

Заметим, что теорема 3 обобщает результат из [6], установленный для псевдорешений. В случае нормально разрешимых  $U$  и  $L$  теорема 3 получена в [7]. В дальнейшем индекс  $N(U)$  у ортопроектора  $P_{N(U)}$  опустим.

3. Введем в пространстве  $G = Y \times Z$  оператор  $U_L$ , определенный равенством  $U_L x = (Ux, Lx)^T$ , где  $T$  — знак транспонирования.

Оператор  $U_L^+$ , ставящий  $y g = (y, z)^T \in D(U_L^+) \subset G$  в соответствие  $L$  — псевдорешение уравнения (1), называется  $L$  — псевдообратным к  $U$ . Из леммы 2 следует, что  $D(U_L^+) = \{g \in G: y \in D(U^+), z - LU_y^+ \in D((LP)^+)\}$ . Очевидно, псевдообратный оператор  $U^+$  можно отождествить с сужением  $U_L^+$  на множество  $D(U^+) \times \{0\}$ .

Согласно теореме 2  $U_L^+$  однозначен тогда и только тогда, когда  $N(U) \cap N(L) = \{0\}$ . Кроме того

$$U_L^+ g = U^+ y + (LP)^+ \{z - LU^+ y\}. \quad (14)$$

В дальнейшем будем рассматривать  $L$  — псевдообратный в случае его однозначности. В силу (3) из (14) имеем формулу:

$$U_L^+ g = (TP + U^*U)^{-1} U^* y + (T_1 P^+ + PL^*LP)^{-1} PL^* \{z - L(TP + U^*U)^{-1} U^* y\},$$

где  $T$  и  $T_1$ , вообще говоря, разные обратимые операторы, удовлетворяющие соответственно условиям  $R(P^+ TP^+) = N(U)^+$ ,  $R(PT_1 P) = N(U)$ . Ясно, что можно брать  $T = T_1$ , если подпространства  $N(U)$  и  $N(U)^+$  приводят оператор  $T$  и, в частности,  $T = T_1 = \tau I$ ,  $\tau \neq 0$ .

Рассмотрим следующие методы регуляризации оператора  $U_L^+$ :

$$V_\alpha g = (U^*U + \alpha L^*L)^{-1} (U^* y + \alpha L^* z), \quad (15)$$

$$\tilde{V}^{(\alpha, \tau)} g = (\tau T + U^*U)^{-1} U^* y + (\alpha I + S^n L^* L S^n)^{-1} S^n L^* \{z - L(\tau T + U^*U)^{-1} U^* y\}, \quad (16)$$

где  $S$  и  $T$  определены в конце п. 1.

4. Прежде всего изучим метод (15). Введем обозначения

$$\begin{aligned} B &= (I - CL)U^+, \quad B_\alpha = (U^*U + \alpha L^*L)^{-1} U^*, \\ C &= (LP)^+, \quad C_\alpha = \alpha (U^*U + \alpha L^*L)^{-1} L^*, \\ M &= (U^*U)^+ L^*, \quad N = (PL^*LP)^+ L^*LP^+. \end{aligned} \quad (17)$$

Предположим, что выполнены соотношения:

$$LP^+ x \in D((LP)^+) = R(LP) \circ N(PL^*); \quad (18)$$

$$P^+ L^* L B_y, \quad P^+ L^* L B_\alpha y \in R(U^*U), \quad y \in D(U^+); \quad (19)$$

$$P^+ L^* z \in R(U^*U). \quad (20)$$

Теорема 4. Пусть  $y \in D(U^+)$ ,  $z \in D((LP)^+)$  и  $g = (y, z)^T$ . Если выполнены условия (18)–(20), то тогда

$$\|U_L^+ g - V_\alpha g\| \leq \alpha (\|(I + \alpha ML + N)^{-1} ML(I - N)U^+ y\| + \|(I + \alpha ML + N)^{-1} M(LC - I)z\|). \quad (21)$$

Если условия (18) заменить

$$LP^+ x \in N(PL^*), \quad (22)$$

то имеет место (21) при  $N = 0$ . Если же операторы  $U^*U$  и  $L^*L$  перестановочны и выполнено (20), то справедливо неравенство

$$\|U_L^+ g - V_\alpha g\| \leq \alpha (\|MLU^+ y\| + \|M(LC - I)z\|). \quad (23)$$

При  $z = 0$  из (23) имеем  $\|U^+ y - V_\alpha y\| \leq \alpha \|MLU^+ y\|$ , а при  $y = 0$  и  $L = I - \|Pz - C_\alpha z\| \leq \alpha \|(U^*U)^+ z\|$ ,  $P^+ z \in R(U^*U)$ .

Теорема 5. Пусть  $U$  и  $LP$  нормально разрешимы. Тогда

$$\|U_L^+ - V_\alpha\| \leq \alpha \sqrt{2} \max \{ \|(I + \alpha ML + N)^{-1} ML(I - N)U^+\|, \|(I + \alpha ML + N)^{-1} M\| \}. \quad (24)$$

При выполнении условия (22) в неравенстве (24)  $N = 0$ . Если операторы  $U^*U$  и  $L^*L$  перестановочны, то

$$\|U_L^+ - V_\alpha\| \leq \alpha \sqrt{2} \max \{ \|MLU^+\|, \|M\| \}. \quad (25)$$

В условиях теоремы 5 метод (15) изучался в [7]. Полученная нами оценка более естественна и в частных случаях совпадает с известными. При выполнении условия (22) из (25) следует

$$\|U^+ - V_\alpha\| \leq \alpha \|(I + \alpha ML)^{-1} MLU^+\|,$$

отсюда при  $L = I$  получается известная оценка метода регуляризации А. Н. Тихонова  $\|U^+ - (U^*U + \alpha I)^{-1} U^*\| \leq \alpha \|U^+\|^2$  [8]. Регуляризация  $U^+$  с помощью  $V_\alpha$  изучалась в [5] при более сильных ограничениях на оператор  $L^*L = T$ . Из (25) также имеем  $\|P - \alpha(U^*U + \alpha I)^{-1}\| \leq \alpha \|U^+\|^2$ .

5. В [7] установлено, что метод (15) устойчив при специальных возмущениях операторов  $U$  и  $L$ . Здесь мы исследуем метод (16) и установим его устойчивость относительно любых нормально разрешимых возмущений при условии, что величина возмущения согласована с параметрами  $\alpha$ ,  $\tau$  и  $n$ . Рассмотрим возмущенный метод

$$\tilde{V}^{(\alpha, \tau)} g = (\tau T + \tilde{U}^* \tilde{U})^{-1} \tilde{U}^* y + (\alpha I + \tilde{S}^n \tilde{L}^* \tilde{L} \tilde{S}^n)^{-1} \tilde{S}^n \tilde{L}^* \{z - \tilde{L}(\tau T + \tilde{U}^* \tilde{U})^{-1} \tilde{U}^* y\}. \quad (26)$$

Пусть  $\tilde{U} = U + W$ ,  $\tilde{L} = L + \tilde{V}$ , причем  $\tilde{U}$  и  $\tilde{L}$  нормально разрешимы.

Теорема 6. Пусть  $U$  и  $LP$  нормально разрешимы. Если параметры регуляризации  $\alpha = \alpha_n$ ,  $\tau = \tau_n$  выбирать из условий: при  $n \rightarrow \infty$   $\alpha \rightarrow 0$ ,  $\tau \rightarrow 0$ ,  $\alpha^{-1} \rightarrow 0$ ,  $(\alpha \sqrt{\tau})^{-1} \|\tilde{S}\|^n \rightarrow 0$ , то при возмущениях  $W$  и  $V$  таких, что при  $n \rightarrow \infty$   $\|W\| = o(\alpha n^{-1})$ ,  $\|V\| = o(\alpha \sqrt{\tau})$ , имеет место сходимость возмущенного метода (26) к  $U_L^+$ .

Действительно, имеем  $U_L^+ g - \tilde{V}^{(\alpha, \tau)} g = (I - (LP)^+ L) \{ (\tau T + \tilde{U}^* \tilde{U})^{-1} \tilde{U}^* (WU^+ + \tau U^+ TU^+) - (\tau T + \tilde{U}^* \tilde{U})^{-1} [\tau W^* U^+ TU^+ + W^* (I - UU^+)] \} y + (\alpha I + \tilde{S}^n \tilde{L}^* \tilde{L} \tilde{S}^n)^{-1} \tilde{S}^n \tilde{L}^* V(\tau T + \tilde{U}^* \tilde{U})^{-1} \tilde{U}^* y + \{ (\alpha I + \tilde{S}^n \tilde{L}^* \tilde{L} \tilde{S}^n)^{-1} [(\tilde{L} \tilde{S}^n - LP)(LP)^+ + \alpha (LP)^+ (LP)^+] - (\alpha I + \tilde{S}^n \tilde{L}^* \tilde{L} \tilde{S}^n)^{-1} \tilde{S}^n \tilde{L}^* \tilde{L} \tilde{S}^n \} \times \{ z - L(\tau T + \tilde{U}^* \tilde{U})^{-1} \tilde{U}^* y \}.$

Отсюда, используя оценки (6)–(7), лемму 1 и учитывая неравенство  $\|\tilde{L} \tilde{S}^n - LP\| \leq n \beta (\|L\| + \|V\|) (\|\tilde{S}\|^n + 2\|U\| \|W\| + \|W\|^2) + \|V\|$ ,

получим

$$\|U^+ g - \tilde{V}^{(n)}(a, \tau) g\| \leq \tilde{a}_1^{(n)}(a, \tau) \|y\| + \tilde{a}_2^{(n)}(a, \tau) \|z\|,$$

где

$$\begin{aligned} \tilde{a}_1^{(n)}(a, \tau) &= \sqrt{\tau} (2\theta_1)^{-\frac{1}{2}} \theta_2 a \|U^+\|^2 + n \|W\| [b \|(LP)^+\|^2 + \\ &+ (n\theta_1)^{-1} \theta_2 a \|U^+\|^2] + n \|W\| \tau^{-\frac{1}{2}} [(n\theta_1)^{-1} a + \sqrt{\tau} (2\theta_1)^{-\frac{1}{2}} b \|L\| + \\ &+ \sqrt{\tau} (n\sqrt{2\theta_1})^{-1} a \|U^+\|] + \sqrt{\alpha\tau^{-1}} (2\theta_1)^{-1} \|L\| \|(LP)^+\|^2 + \\ &+ n \|W\| \alpha^{-1} b + (\alpha\sqrt{\tau})^{-1} \|\bar{S}\|^n (\|L\| + \|V\|) [\sqrt{\tau} + \\ &+ \alpha (2\theta_1)^{-\frac{1}{2}} \|L\| + \alpha\sqrt{\tau} \|(LP)^+\|^2] + (\alpha\sqrt{\tau})^{-1} \|V\| [\sqrt{\tau} + \\ &+ \sqrt{\alpha} (2\sqrt{\theta_1})^{-1} + \alpha \|L\| (2\theta_1)^{-\frac{1}{2}} + \alpha\sqrt{\tau} \|(LP)^+\|^2], \\ \tilde{a}_2^{(n)}(a, \tau) &= \sqrt{\alpha} 2^{-1} \|(LP)^+\|^2 + \alpha^{-1} [n \|W\| b + \|\bar{S}\|^n (\|L\| + \\ &+ \|V\|) + \|V\|] (1 + \sqrt{\alpha} 2^{-\frac{1}{2}} \|(LP)^+\| + \alpha \|(LP)^+\|^2), \quad a = \|I - \\ &- (LP)^+ L\|, \quad b = \beta (\|L\| + \|V\|) (2\|U\| + \|W\|). \end{aligned}$$

Сходимость невозмущенного метода (16) к  $U^+$  на самом деле имеет место при  $\tau \rightarrow 0$  и при  $n \rightarrow \infty$   $\alpha = \alpha_n \rightarrow 0$ ,  $\alpha_n^{-1} \|\bar{S}\|^n \rightarrow 0$ . Для этого при оценке нормы разности  $U^+ - \tilde{V}^{(n)}(a, \tau)$  надо воспользоваться неравенствами (4)–(5).

#### Литература

1. Морозов В. А. «ДАН СССР», т. 233, № 2, 291–294, 1977. 2. Мелешко В. И. Препринт. Ин-т кибернетики АН УССР, № 33, 1978. 3. Шафиев Р. А. Делопир. в ВИНТИ, № 632–78 Дел., 1978. 4. Шафиев Р. А. «ДАН Азерб. ССР», т. 34, № 1, 6–9, 1978. 5. Мелешко В. И. «Журн. вычислит. матем. и матем. физ.», т. 17, № 5, 1132–1143, 1977. 6. Nashed M. Z. In «Nonlinear Functional Analysis and Appl.» New York, Acad. Press, 1971, 311–359. 7. Мелешко В. И. «ДАН СССР», т. 243, № 3, 576–579, 1978. 8. Морозов В. А. «Журн. вычислит. матем. и матем. физ.», т. 9, № 6, 196–203, 1969. 9. Шафиев Р. А. «Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук», № 3, 1980.

Институт математики  
и механики

Поступило 20. VI. 1980

Р. Э. Шафиев

#### L-ПСЕВДОЧЕВИРМЭЛЭР НАГГЫНДА

Мәгаләдә әсас вә тамамлағычы операторлар хәтти, мәһдуд олдугда вә һилберт фәзаларында тә'сир етдикдә, L-псевдоһәлләр вә L-псевдотәрс операторлар өйрәниләр. L-псевдоһәлләрини варлығы вә јекәнәлији, L-псевдотәрс операторун биргијмәтлилији вә мәһдудлуғу үчүн зәрури вә кафи шәртләр мүәјјән едилмишдир.

L-псевдотәрс операторун тәғриби һесаблинамасы үсуллари арашдырылмыш вә бу методларын дајаныглылығ мәсәләләринә бахылмышдыр.

R. A. Shafiev

#### ON L-PSEUDOINVERSE

L-pseudosolution and L-pseudoinverse operator under the condition that the basic and complementary operators are linearly bounded and act in Hilbert spaces are studied.

Necessary and sufficient conditions of existence and uniqueness of L-pseudoinverse, singlevaluedness and boundedness of L-pseudoinverse operator are established.

Approximate methods of L-pseudoinverse operator calculation are investigated and stability problems of these methods are considered.

С. А. КУЛИЕВ

#### КРУЧЕНИЕ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ БРУСЬЕВ С ДВУМЯ КРУГОВЫМИ ПОЛОСТЯМИ

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

Используя прием, развитый в [2, 5], в настоящей статье мы рассмотрим задачу кручения призматических брусьев, сечение которых является трехсвязной областью, ограниченной извне правильным многоугольником, а изнутри — двумя круговыми полостями.

Нужно отметить, что методы, использованные в этих работах, неприменимы в случае, когда границы области сравнительно близки одна к другой.

Обозначим через  $S$  — сечение тела, расположенное в плоскости  $z = x + iy$  и его границы соответственно через  $L_1$ ,  $L_2$  и  $L_3$ . Начало координат поместим в центре области  $S$ . За границу  $L_3$  мы здесь принимаем правильный криволинейный, близкий к прямолинейному, многоугольник, внешность которого отображается на внешность единичного круга в плоскости  $\xi$  при помощи функции

$$z = A \left( \xi + \frac{m}{\xi^{q-1}} \right); \quad A = \frac{a+b}{2}; \quad m = \left| \frac{a-b}{a+b} \right|, \quad (1)$$

где  $a$  — радиус окружности, описанной вокруг многоугольника;

$b$  — радиус окружности, вписанной в многоугольник;

$q$  — число осей симметрии.

Радиусы окружностей обозначим через  $R_1$  и  $R_2$ .

Согласно исследованиям Г. В. Колосова и Н. И. Мухелишвили, определение поля напряжений в области  $S$  при указанных условиях, сводится к отысканию функции  $F(z)$  комплексного переменного  $z$ , регулярной всюду в области  $S$  и удовлетворяющих следующим граничным условиям:

$$F(t) + \overline{F(\bar{t})} = t\bar{t} + C_1 \quad \text{на } L_1 \quad (2)$$

$$F(t) + \overline{F(\bar{t})} = t\bar{t} + C_2 \quad \text{на } L_2 \quad (3)$$

$$F(t) + \overline{F(\bar{t})} = t\bar{t} + C_3 \quad \text{на } L_3, \quad (4)$$

где  $t$  — аффикс кривой  $L_j$ , а  $C_j$  — некоторые постоянные. Одну из них, например,  $C_1$  можно взять равной нулю, другие постоянные подлежат определению.

Согласно [2, 5] функцию  $F(t)$  представим в виде:

$$F(t) = \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \cdot \left( \frac{R_1}{t-e_1} \right)^k + \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k \cdot \left( \frac{R_2}{t-e_2} \right)^k + \sum_{k=0}^{\infty} b_k \cdot \omega_k(t), \quad (5)$$



где  $\omega_k(t) = \sum_{\nu_1=k-qE(\frac{k}{q})}^{k*} a_{k-\nu_1}^{(k)} \cdot \left(\frac{t}{A}\right)^{\nu_1}$ ;  $\lambda_k$ ,  $\gamma_k$  и  $b_k$  — неизвестные коэффициенты.

Звездочка под символом суммы указывает, что индекс  $\nu_1$  при переходе к следующему значению увеличивается на  $q$ .

Учитывая (5) в (4), граничное условие на  $L_3$  приводится к виду:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \cdot \left(\frac{R_1}{t-e_1}\right)^k + \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k \cdot \left(\frac{R_2}{t-e_2}\right)^k + \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \cdot \left(\frac{R_1}{\bar{t}-e_1}\right)^k + \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k \cdot \left(\frac{R_2}{\bar{t}-e_2}\right)^k + 2b_0 + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \sum_{\nu_1=k-qE(\frac{k}{q})}^{k*} a_{k-\nu_1}^{(k)} \cdot \left(\frac{t}{A}\right)^{\nu_1} + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \sum_{\nu_1=k-qE(\frac{k}{q})}^{k*} a_{k-\nu_1}^{(k)} \cdot \left(\frac{\bar{t}}{A}\right)^{\nu_1} = t\bar{t} + C_3; \quad (6)$$

на  $L_3$  имеем  $t\bar{t} = A^2 \left(\xi + \frac{m}{\xi^{q-1}}\right) \cdot \left(\xi^{-1} + m\xi^{q-1}\right) = A(1+m^2) + A^2 m \times \left(\xi^q + \xi^{-q}\right); \quad (7)$

Разлагая в выражении (6)  $(t-e_1)$  и  $(t-e_2)$  по степеням  $t$ , а также учитывая отображающую функцию (1), перейдя от переменной  $\xi$  к  $\tau$ , после несложных выкладок граничное условие на  $L_3$  приводится к виду:

$$\sum_{\nu=1}^{\infty} \tau^{-\nu} \cdot \Phi_1(\nu) + \sum_{\nu=1}^{\infty} \tau^{-\nu} \cdot \Phi_2(\nu) + 2b_0 + \sum_{\nu=1}^{\infty} \tau^{\nu} F_1(\nu) + \sum_{\nu=0}^{\infty} \tau^{-\nu} \cdot F_2(\nu) + \sum_{\nu=1}^{\infty} \tau^{\nu} \Phi_1(\nu) + \sum_{\nu=1}^{\infty} \tau^{\nu} \Phi_2(\nu) + \sum_{\nu=1}^{\infty} \tau^{-\nu} \cdot F_1(\nu) + \sum_{\nu=0}^{\infty} \tau^{\nu} \cdot F_2(\nu) = A^2 m (\tau^q + \tau^{-q}) + A(1+m^2) + C_3 \text{ на } L_3 \quad (8)$$

Сравнивая коэффициенты при одинаковых степенях  $\tau$ , получим следующую систему бесконечных линейных алгебраических уравнений:

$$\Phi_1(\nu) + \Phi_2(\nu) + F_1(\nu) + F_2(\nu) = A^2 m \cdot \varepsilon_1 \quad (9)$$

$$\nu = 1, 2, \dots, \infty; \quad \varepsilon_1 = \begin{cases} 0 & \text{при } \nu \neq q \\ 1 & \text{при } \nu = q \end{cases}$$

Здесь введены обозначения:

$$\Phi_1(\nu) = \sum_{n=\nu-qE(\frac{\nu-1}{q})}^{\nu*} m \frac{\nu-n}{q} C_{\nu-n}^{\frac{\nu-n}{q}} \sum_{k=1}^n (-1)^{n-k} C_{n-k}^{\frac{n-k}{q}} \left(\frac{e_1}{A}\right)^{n-k} \cdot \lambda_k \cdot \left(\frac{R_1}{A}\right)^k;$$

$$\Phi_2(\nu) = \sum_{n=\nu-qE(\frac{\nu-1}{q})}^{\nu*} m \frac{\nu-n}{q} C_{\nu-n}^{\frac{\nu-n}{q}} \sum_{k=1}^n (-1)^{n-k} C_{n-k}^{\frac{n-k}{q}} \left(\frac{e_2}{A}\right)^{n-k} \cdot \lambda_k \cdot \left(\frac{R_2}{A}\right)^k;$$

$$F_1(\nu) = \sum_{\nu_1=\nu}^{\infty} m \frac{\nu_1-\nu}{q} C_{\nu_1-\nu}^{\frac{\nu_1-\nu}{q}} \sum_{k=\nu_1}^{\infty} b_k a_{k-\nu_1}^{(k)};$$

$$F_2(\nu) = \sum_{\nu_1=\frac{\nu+\beta}{q-1}+\beta}^{\infty} m \frac{\nu+\nu_1}{q} C_{\nu_1}^{\frac{\nu+\nu_1}{q}} \sum_{k=\nu_1}^{\infty} b_k a_{k-\nu_1}^{(k)}; \quad \beta = 1; 2; \dots; q-2$$

Теперь, учитывая граничное значение функции  $F(t)$  в граничном условии на  $L_1$ , получим:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \cdot \left(\frac{R_1}{t-e_1}\right)^k + \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k \cdot \left(\frac{R_2}{t-e_2}\right)^k + 2b_0 + \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \cdot \left(\frac{R_1}{\bar{t}-e_1}\right)^k + \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k \cdot \left(\frac{R_2}{\bar{t}-e_2}\right)^k + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \sum_{\nu_1=k-qE(\frac{k}{q})}^{k*} a_{k-\nu_1}^{(k)} \cdot \left(\frac{t}{A}\right)^{\nu_1} + \sum_{k=1}^{\infty} b_k \sum_{\nu_1=k-qE(\frac{k}{q})}^{k*} a_{k-\nu_1}^{(k)} \cdot \left(\frac{\bar{t}}{A}\right)^{\nu_1} = t\bar{t} + C_1 \text{ на } L_1 \quad (10)$$

На  $L_1$  имеем  $t\bar{t} = (e_1 + R_1 e^{i\varphi}) \cdot (e_1 + R_1 e^{-i\varphi}) = e_1 R_1 \cdot \left(\frac{t-e_1}{R_1} + \frac{R_1}{t-e_1}\right) + e_1^2 + R_1^2; \quad (11)$

Разложив  $(t-e_2)$  и  $t$  по степеням  $(t-e_1)$ , после некоторых выкладок, получаем:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \cdot \left(\frac{R_1}{t-e_1}\right)^k + \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{t-e_1}{R_1}\right)^n \cdot S_1(n) + \sum_{n=0}^{\infty} (t-e_1)^n \cdot S_2(n) + 2b_0 + \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \cdot \left(\frac{R_1}{R_1}\right)^k + \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{R_1}{t-e_1}\right)^n \cdot S_1(n) + \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{R_1^2}{t-e_1}\right)^n \cdot S_2(n) = e_1 R_1 \times \left(\frac{t-e_1}{R_1} + \frac{R_1}{t-e_1}\right) + e_1^2 + R_1^2 \text{ на } L_1 \quad (12)$$

Сравнивая коэффициенты при одинаковых степенях  $(t-e_1)$  получаем следующую систему бесконечных алгебраических уравнений:

$$\lambda_k + S_1(n) + R_1^k \cdot S_2(n) = e_1 R_1 \cdot \varepsilon_2; \quad (13)$$

$$k = 1, 2, \dots, \infty \quad \varepsilon_2 = \begin{cases} 0 & \text{при } k \neq 1 \\ 1 & \text{при } k = 1 \end{cases}$$

Здесь введены следующие обозначения:

$$S_1(n) = \sum_{k=1}^{\infty} \gamma_k \cdot \frac{R_2^k \cdot R_1^n}{(e_1 - e_2)^{k+n}} \cdot C_{-k}^n;$$

$$S_2(n) = \sum_{\nu_1=n}^{\infty} A^{-\nu_1} e_1^{\nu_1-n} \cdot C_{\nu_1}^n \cdot \sum_{k=\nu_1}^{\infty} b_k a_{k-\nu_1}^{(k)};$$

Аналогично из граничного условия на  $L_2$  получена следующая система бесконечных линейных уравнений

$$S_3(n) + \gamma_k + R_2^n \cdot S_4(n) = e_2 R_2 \cdot \varepsilon_2 \text{ на } L_2 \quad (14)$$

Здесь введены обозначения:

$$S_3(n) = \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \cdot \frac{R_1^k \cdot R_2^n}{(e_2 - e_1)^{k+n}} \cdot C_{-k}^n;$$

$$S_4(n) = \sum_{\nu_1=n}^{\infty} A^{-\nu_1} e_2^{\nu_1-n} \cdot C_{\nu_1}^n \cdot \sum_{k=\nu_1}^{\infty} b_k a_{k-\nu_1}^{(k)};$$

Таким образом, граничные условия (2), (3) и (4) сводятся к решению трех бесконечных систем линейных уравнений (9), (13) и (14). Из этих уравнений удерживается несколько первых уравнений и определяются неизвестные коэффициенты  $\lambda_k$ ,  $\gamma_k$  и  $b_k$ . После опреде-

ления коэффициентов по формуле (5) определяется регулярная функция  $F(z)$ , а компоненты касательных напряжений по формуле:

$$\tau_{xz} - i\tau_{yz} = i\mu\tau \cdot [F(t) - \bar{z}]; \quad (15)$$

Функция  $F(z)$  удовлетворяет граничному условию (4) на  $L_3$  с большой степенью точности. В этом наглядно убеждают величины:

$$\Delta\% = \frac{t\bar{t} - [F(t) + \bar{F}(\bar{t})] + C_3}{t\bar{t}} \cdot 100\%, \quad (16)$$

подсчитанные для наиболее характерных точек контура  $L_3$ .

В заключение отметим, что таким же образом может быть рассмотрена плоская задача теории упругости для указанных профилей при некоторых видах нагрузок.

Предложенный метод решения достаточно эффективен и может быть использован в некоторых других сходных задачах механики сплошной среды (задачах запрессовки, в вопросах прочности дисков, изгиба пластинок и т. п.).

#### Литература

1. Мусхелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. «Наука». М., 1966.
2. Шерман Д. И. «Изв. АН СССР». ОТН, № 7, 969—995, 1951.
3. Амензаде Ю. А. Теория упругости. «Вышая школа». М., 1976.
4. Бахтияров И. А. «Изв. АН Азерб. ССР. физ.-техн. и матем. наук», № 4, 1972.
5. Кулиев С. А. «Уч. зап. АЗИНЕФТЕХИМа», № 3, 44—48, 1979.
6. Бахтияров И. А., Кулиев С. А., Касимов П. К. «Уч. зап. АЗИНЕФТЕХИМа», № 8, 60—62, 1973.

АЗИСИ

Поступило 26. VI 1980

С. Э. Гулиев

#### ИКИ ДАИРЭВИ БОШЛУГА МАЛИК ПРИЗМАТИК БРУСЛАРЫН БУРУЛМАСЫ

Мәгаләдә ең кәсіји үчрабитәли олан призматик брусларын бурулмаг мәсәләсинә бахылыр.

Брусун ең кәсіји харичдән дүзкүн чохбучаглы илә, дахилдән исе ики даирәви бошлугла мәһдудланыр.

Бу мәсәләләр, дикәр мұәллифләр тәрәфиндән башга үсулла өйрәнидиб. Гејд етмәк тазимдыр ки, областын сәрһәдләри нисбәтән бир-биринә јахын олдугда бу ишләрдә етифадә олуна методу тәтбиғ етмәк олмур.

S. A. Kuliev

#### THE TORSION OF PRISMATIC BEAMS BY TWO CIRCULAR CAVITIES

In the given paper using the method previously developed by the author the torsion problem of prismatic beams the section of which is triply connected domain bounded by a polygon from the outside, but from within—by two circular cavities, is considered.

The similar problems were studied by the other method than that of in this paper by many authors. We must note that the methods used in these papers are non-applicable in the case when the boundaries of a domain are comparatively close to each other.

Х. Х. ПАШАЕВ

#### К РЕШЕНИЮ ОДНОЙ СМЕШАННОЙ ЗАДАЧИ ИЗ ТЕОРИИ КОЛЕБАНИЙ

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

Рассматривается поперечное колебание трубы, закрепленной жестко в обоих концах. Математическая формулировка этой задачи имеет следующий вид:

$$b \frac{\partial^4 u(x, t)}{\partial x^4} - \frac{\partial}{\partial x} \left( W(x, t) \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

$$(x \in (0, 1), t \in (0, T)),$$

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

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad u_t(x, 0) = 0, \quad (3)$$

где  $b > 0$  — постоянная,  $W(x, t) \geq v > 0$  — непрерывная функция по совокупности аргументов.

Рассмотрим последовательность моментов времени  $t = kh$  ( $k = 0, 1, 2, \dots$ ). Ради сокращения записи, предположим, что  $T/h = m$  есть целое число.

Заменим (1) следующим уравнением

$$b \frac{\partial^4 u_k(x, t)}{\partial x^4} - \frac{\partial}{\partial x} \left( W_k(x) \frac{\partial u_k(x, t)}{\partial x} \right) + \frac{\partial^2 u_k(x, t)}{\partial t^2} = 0, \quad (4)$$

где  $W_k(x) = W(x, kh)$ , ( $k = 1, 2, \dots, m$ )

Граничные и начальные условия запишем в виде:

$$\left. \begin{aligned} u_k(0, t) = u_k(1, t) = 0 \\ \frac{\partial u_k}{\partial x} \Big|_{x=0} = \frac{\partial u_k}{\partial x} \Big|_{x=1} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned} u_{k+1}(x, kh) = u_k(x, kh), \quad \frac{\partial u_{k+1}(x, kh)}{\partial t} = \frac{\partial u_k(x, kh)}{\partial t} \\ u_1(x, 0) = \varphi(x), \quad \frac{\partial u_1(x, 0)}{\partial t} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

На каждом слое задача (4)–(6) однозначно разрешима. Получим для ее решений оценку, не зависящую от  $h$ . Для этого умножим (4) на  $\frac{\partial u_k}{\partial t}$  и полученное равенство проинтегрируем по области  $[0, 1] \times [(\kappa - 1)h, \kappa h]$ . Проведя интегрирование по частям в первом и во втором членах левой части и вычислив интеграл по  $t$ , получим:

$$\int_0^1 \left[ \left( \frac{\partial u_k(x, \kappa h)}{\partial t} \right)^2 + b \left( \frac{\partial^2 u_k(x, \kappa h)}{\partial x^2} \right)^2 + v \left( \frac{\partial u_k(x, \kappa h)}{\partial x} \right)^2 \right] dx \leq$$

$$\leq \int_0^1 \left[ \left( \frac{\partial u(x, kh-h)}{\partial t} \right)^2 + b \left( \frac{\partial^2 u(x, kh-h)}{\partial x^2} \right)^2 + v \left( \frac{\partial u(x, kh-h)}{\partial x} \right)^2 \right] dx$$

Полученное неравенство просуммировав по  $k$  в пределах от 1 до какого-либо  $n \leq m$  и учитывая (6), получим:

$$J_n(n) \leq \int_0^1 \left[ \left( \frac{\partial u_n(x, nh)}{\partial t} \right)^2 + b \left( \frac{\partial^2 u_n(x, nh)}{\partial x^2} \right)^2 + v \left( \frac{\partial u_n(x, nh)}{\partial x} \right)^2 \right] dx \leq \int_0^1 \left[ b \left( \frac{\partial^2 \varphi(x)}{\partial x^2} \right)^2 + v \left( \frac{\partial \varphi(x)}{\partial x} \right)^2 \right] dx \quad (7)$$

$(n = 0, 1, 2, \dots, m)$

Благодаря этому неравенству можно сделать предельный переход по  $h \rightarrow 0$  и доказать, что предельная функция  $u(x, t)$  есть обобщенное решение задачи (1) — (3). Для этого обозначим через  $u^n(x, t)$  функцию, равную на каждом слое  $x \in [0, 1]$ ,  $t \in [(k-1)n, kh]$ ,  $k = 1, 2, \dots$  функции  $u_k(x, t)$ . Из (7) получим:

$$\left\| \frac{\partial u^n(x, t)}{\partial x} \right\| \leq C; \left\| \frac{\partial u^n(x, t)}{\partial t} \right\| \leq C; \left\| \frac{\partial^2 u^n(x, t)}{\partial x^2} \right\| \leq C \quad (8)$$

Теперь оценим функцию  $\|u^n\|$ . Дифференцируя равенство

$$\|u^n\|^2 = \int_0^1 [u^n(x, t)]^2 dx$$

по  $t$ , пользуясь неравенством Коши—Буняковского и учитывая неравенство (8), получим:

$$2 \|u^n\| \|u^n\|' = 2 \|u^n\| \left\| \frac{\partial u^n}{\partial t} \right\| \leq 2\sqrt{C} \|u^n\|,$$

т. е. после сокращения на  $2 \|u^n\|$ ,

$$\|u^n\|' \leq \sqrt{C}, \quad t \geq 0$$

Интегрируя это дифференциальное неравенство, получим

$$\|u^n\| \leq \|u^n\|_0 = \|\varphi\| \quad (9)$$

Благодаря (9) и (8) можно выбрать последовательность  $h_c, l=1, 2, \dots$ , стремящуюся к нулю, для которой функции  $\{u^{h_c}\}$  и их производные  $\left\{ \frac{\partial u^{h_c}}{\partial x} \right\}, \left\{ \frac{\partial^2 u^{h_c}}{\partial x^2} \right\}, \left\{ \frac{\partial u^{h_c}}{\partial t} \right\}$  сходятся слабо в  $L_2$  к некоторой функции

$u(x, t)$  и ее производным  $\frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \frac{\partial u}{\partial t}$  соответственно. Покажем, что  $u(x, t)$  удовлетворяет интегральному тождеству

$$\int_0^1 \int_0^1 \left[ b \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} \frac{\partial^2 \eta(x, t)}{\partial x^2} + W(x, t) \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} \frac{\partial \eta(x, t)}{\partial x} - \frac{\partial u(x, t)}{\partial t} \frac{\partial \eta(x, t)}{\partial t} \right] dx dt = \int_0^1 \varphi(x) \eta(x, 0) dx, \quad (10)$$

при любой финитной, достаточно гладкой функции  $\eta(x, t)$ , и тем самым является обобщенным решением задачи (1) — (3). Для этого

уравнение

$$b \frac{\partial^2 u^h(x, t)}{\partial x^2} - \frac{\partial}{\partial x} \left( W_k(x) \frac{\partial u^h(x, t)}{\partial x} \right) + \frac{\partial^2 u^h(x, t)}{\partial t^2} = 0$$

умножим на  $\eta(x, t)$ , полученные равенства проинтегрируем по области  $[0, 1] \times [0, T]$ :

$$\int_0^T \int_0^1 \left[ b \frac{\partial^2 u^h(x, t)}{\partial x^2} + W_k(x) \frac{\partial u^h(x, t)}{\partial x} \frac{\partial \eta(x, t)}{\partial x} - \frac{\partial u^h(x, t)}{\partial t} \frac{\partial \eta(x, t)}{\partial t} \right] dx = \int_0^1 \varphi(x) \eta(x, 0) dx \quad (11)$$

В (11) можно перейти к пределу по подпоследовательности  $\{h_c\}$  и убедиться тем самым в том, что предельная для  $u^n(x, t)$  функция  $u(x, t)$  действительно удовлетворяет тождеству (10).

#### Литература

1. Ладжинская О. А., Солонников В. А., Уральцева Н. Н. Линейные и квазилинейные уравнения параболического вида. М., Наука, 1967.
2. Владимиров В. С. Уравнения математической физики. М., Наука, 1976.

АПИ им. В. И. Ленина

Поступило 19. I 1981

Х. Х. ПАШАЕВ

РЭГСЛЭР НЭЗЭРИЛЖЭСНИН БИР ГАРЫШЫГ МЭСЭЛЭСНИН  
ХЭЛЛИНЭ ДАИР

Мөгалэдэ нэр икн учу бэркидлмнш борунуи сннэ рэгслэри өжрэнлир.  $t = kh$  ( $k = 1, 2, \dots$ ) моментлэри васитэснлэ мэсэлэ бахылан област тэбэгэлэрэ болунур вэ бу тэбэгэлэрэ тэнлижин эмсалы замандан асылы олмур. Енеркетик үсулла хэлли вэ хэллин тэрэмэлэриннн нормалары үчүн болкүдэн асылы олмажан гнжмэтлэр алынур. Бу гнжмэтлэр васитэснлэ эсас мэсэлэнин үмүмилэшмнш хэллинин варлыгы нсбат олунур.

Kh. Kh. Pashaev

TO THE SOLVING OF A MIXED PROBLEM FROM THE THEORY OF  
OSCILLATIONS

Mixed problem of transverse oscillation of the pipe firmly fixed both ends is solved here. Considering the sequence of events of time  $t_k = kh$  ( $k = 1, 2, \dots$ ) sphere is divided into layers. At each layer the coefficient of the equation takes a meaning which does not depend upon time. By means of the energy equation average values and derivatives of the solution which do not depend upon the length of segments are obtained. Using these values the existence of the generalised solution of the problem is proved.

К. Р. АДЛАХВЕРДИЕВ, Л. К. ВОДОПЬЯНОВ, Л. В. ГОЛУБЕВ,  
Л. Ю. КЕНГЕРЛИНСКИЙ, чл.-корр. Э. Ю. САЛАЕВ, Р. М. САРДАРЛЫ,  
А. О. ХАЛИЛОВ

### ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ СЕРЫ НА КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ СПЕКТР МОНОКРИСТАЛЛОВ $\text{InSe}$

Фононный спектр монокристаллов  $\text{InS}$  исследовался ранее методом комбинационного рассеяния света (КРС) [1], причем полученные результаты нашли объяснение в предположении, что симметрия кристаллической решетки описывается пространственной группой  $D_{2h}^{12}$ . Монокристаллы  $\text{InSe}$  также исследовались ранее как методом ИК-спектроскопии [2], так и методом КРС [1—7]. Однако единого мнения о пространственной группе кристаллической решетки пока нет. Так, авторы [1—3] считают, что  $\text{InSe}$  кристаллизуется в ромбоэдрическую структуру, подобно  $\gamma\text{-GaS}$ , описываемую пространственной группой  $G_{3v}^5$ . В работе [4] впервые экспериментально наблюдалось низкочастотное колебание с частотой  $\omega = 18 \text{ см}^{-1}$ , свидетельствующее о существовании гексагональной модификации  $\text{InSe}$  с двумя слоями в примитивной ячейке. Впоследствии этот факт нашел подтверждение в работах [5—7]. По-видимому, следует считать, что кристаллы существуют в двух модификациях: ромбоэдрической и гексагональной, причем в последнем случае в спектрах КРС проявляется низкочастотное межслоевое колебание.

Исследованные нами монокристаллы системы твердых растворов  $\text{InSe}_{1-x}\text{S}_x$  ( $X = 0; 0,01; 0,05; 0,07; 0,1$ ) были выращены модифицированным методом Бриджмена и представляли собой параллелепипеды размерами  $8 \times 5 \times 2 \text{ мм}^3$ .

В качестве источника возбуждения спектров КРС использовался  $\text{YAG-Nd}^{3+}$  лазер непрерывного действия. Спектры регистрировались с разрешением  $2 \text{ см}^{-1}$  в интервале частот от 10 до  $350 \text{ см}^{-1}$  на экспериментальной установке, описанной ранее [4]. При введении в кристаллическую решетку  $\text{InSe}$  атомов серы в спектрах КРС возникает ряд особенностей, которые наиболее отчетливо проявляются в монокристаллах  $\text{InSe}_{0,9}\text{S}_{0,1}$ . Кроме полос, соответствующих длинноволновым оптическим фононам, в кристаллах  $\text{InSe}$  с частотами 42, 117, 178 и  $227 \text{ см}^{-1}$  в КР-спектре монокристалла  $\text{InSe}_{0,9}\text{S}_{0,1}$  были обнаружены полосы с частотами 99, 188 и  $222 \text{ см}^{-1}$ . Для выяснения природы новых полос были проведены поляризационные измерения. При этом для обозначения геометрии опыта использовались стандартные обозначения, где оси  $X$  и  $Y$  лежат в плоскости слоя, а ось  $Z$  перпендикулярна слоям. Вид поляризационных спектров, записанных в геометриях  $Y(X^x)Z$ ,  $X(Z^x)Y$ , представлен на рисунке. Их ана-

лиз позволяет сделать вывод, что колебания с частотами 99 и  $188 \text{ см}^{-1}$  имеют симметрию  $A$ -типа, а колебания с частотой  $222 \text{ см}^{-1}$  —  $E$ -типа. Измерение температурной зависимости интенсивности полос КРС в интервале 300—77 К показало, что все наблюдаемые полосы соответствуют рассеянию первого порядка.

Наиболее характерной особенностью спектров КРС, представленных на рисунке, является отсутствие низкочастотного межслоевого

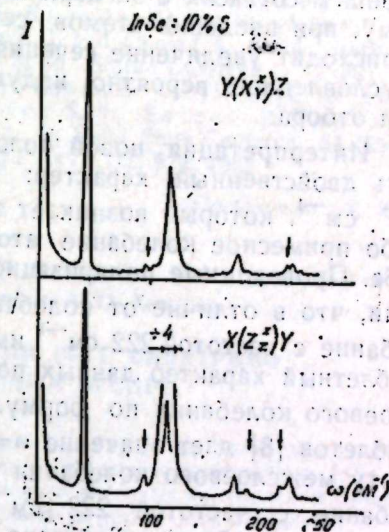
колебания при геометрии рассеяния  $Y(X^x)Z$ . Это объясняется тем, что при введении атомов серы в кристаллическую решетку  $\text{InSe}$  происходит разупорядочение в подсистеме атомов халькогена. А так как для соединений типа  $A^3B^6$  частота межслоевого колебания определяется силой взаимодействия атомов халькогена друг с другом [8], то исчезновение межслоевого колебания при относительно небольшом количестве примеси ( $X = 0,05—0,1$ ) свидетельствует о его неустойчивости при нарушении кристаллической структуры. Аналогичную картину наблюдали авторы [3, 9, 10] при исследовании колебательных спектров систем твердых растворов на основе слоистых соединений. По-видимому, исчезновение межслоевого колебания в системах  $\text{GaSe}_{1-x}\text{Te}_x$  [10] и  $\text{InSe}_{1-x}\text{S}_x$  связано с происходящим в кристаллической решетке структурным преобразованием, при котором примитивная ячейка содержит один слой (случай  $\text{InS}$  и  $\text{GaTe}$ ), а не два ( $\text{InSe}$  и  $\text{GaSe}$ ).

Обобщая результаты исследования КРС в системах твердых растворов  $\text{GaSe}_{1-x}\text{S}_x$  [9], а также наши результаты по системе  $\text{GaSe}_{1-x}\text{Te}_x$  [10], удалось интерпретировать полосу с частотой  $99 \text{ см}^{-1}$  как колебание, обусловленное образованием в кристаллической решетке твердых растворов кластеров атомов селена. Полагая, что при этом колебании происходит смещение атомов  $\text{Se}$  друг относительно друга в направлении оси  $Z$ , была оценена константа взаимодействия  $f(\text{Se—Se})$

$$f = (2\pi c\omega)^2 \times \mu = 2,3 \cdot 10^4 \frac{\text{дин}}{\text{см}}$$

где  $\mu$  — приведенная масса атомов селена.

Сравнивая полученное значение с величинами сил связи, рассчитанных для  $\text{InSe}$  в рамках модели линейной цепочки [1], и учитывая, что колебание имеет симметрию  $A$  типа, видим, что полученное нами значение  $f$  в 2,5 раза больше величины константы  $C_6^s = 0,9 \times 10^4 \frac{\text{дин}}{\text{см}}$ .



Спектры КРС монокристалла  $\text{InSe}_{0,9}\text{S}_{0,1}$  при различных геометриях рассеяния

соответствующей взаимодействию атомов Se—Se в кристаллах InSe. Этот результат свидетельствует о существенном нарушении структуры кристаллической решетки твердых растворов  $\text{InSe}_{1-x}\text{S}_x$ , а следовательно, возможном нарушении правил отбора для процесса КРС. В КР-спектрах кристаллов  $\text{InSe}_{1-x}\text{S}_x$  было обнаружено колебание с частотой  $188 \text{ см}^{-1}$ . Так как это колебание проявляется в спектрах при

геометрии рассеяния  $X(Zz)Y$ , в которой активны А (ТО) фононы, а частота его близка к значению  $\omega = 186 \text{ см}^{-1}$ , рассчитанному в [1,5] для фононов А (ТО), то естественно было связать наблюдаемую полосу с колебанием данного типа. Такое соотношение находится в хорошем согласии с экспериментальными результатами [3]. По-видимому, при введении атомов серы в кристаллическую решетку InSe происходит увеличение сечения КРС на фононах с симметрией А (ТО), обусловленное, вероятно, индуцированным примесью нарушением правил отбора.

Интерпретация новой полосы с частотой  $222 \text{ см}^{-1}$  может носить двойственный характер: это может быть либо дублет  $222-227 \text{ см}^{-1}$ , который возникает за счет межслоевого взаимодействия, либо примесное колебание атомов серы в кристаллической решетке InSe. Проведенные поляризационные измерения (см. рисунок) показали, что в отличие от колебания А-типа с частотой  $227 \text{ см}^{-1}$ , колебание с частотой  $222 \text{ см}^{-1}$  имеет симметрию Е-типа, что отрицает дублетный характер данных полос. Кроме того, оценка частоты межслоевого колебания по формуле  $\omega_L = (\omega_2^2 - \omega_1^2)^{1/2}$ , где  $\omega_1$  и  $\omega_2$  — частоты дублетов [8] дает значение  $\omega = 47 \text{ см}^{-1}$ , что намного превышает частоту межслоевого колебания в кристаллах InSe [4-7]. Поэтому колебание с частотой  $222 \text{ см}^{-1}$  следует, очевидно, отнести к примесному колебанию. Согласно [1] валентное колебание In—S с частотой  $222 \text{ см}^{-1}$  в кристаллах InS имеет симметрию  $B_{2g}$  и поляризовано в плоскости слоя, что эквивалентно колебаниям Е-типа в кристаллах InSe. Полагая, что природа этого колебания соответствует колебанию кристаллической решетки InSe с частотой  $178 \text{ см}^{-1}$  и учитывая, что  $f \approx \mu\omega^2$ , можно оценить силу связи атомов InSe (S):

$$f(\text{In—Se}) / f(\text{In—S}) \approx 1,2$$

Так как сила связи внутри слоя в In—S меньше, чем в InSe, то отсюда понятно, почему анизотропия сил связи, а следовательно и слоистый характер, в кристаллах InS менее выражена, чем в InSe хотя при росте кристаллов системы твердых растворов ориентация слоев, очевидно, сохраняется.

Появление в спектрах КРС примесного колебания свидетельствует о двухмодовом характере зависимости частоты валентных колебаний от состава в системе твердых растворов  $\text{InSe}_{1-x}\text{S}_x$ . Следует отметить, что в системах твердых растворов на основе слоистых кристаллов чаще всего реализуется смешанный одно- и двухмодовый характер зависимости частот оптических фононов от состава. Так, для низкочастотных межслоевых колебаний зависимость, как правило, одномодовая, в то время как высокочастотных валентных колебаний, при которых происходит смещение близлежащих атомов друг относительно друга, наблюдается как одномодовый, так и двухмодовый тип за-

висимости. Причем, для валентных колебаний вполне применим [3,10] априорный массовый критерий, предложенный в [11].

По-видимому, система  $\text{InSe}_{1-x}\text{S}_x$  проявляет именно смешанный тип зависимости, однако, для уточнения этого факта представляет интерес исследовать кристаллы InSe с примесью атомов селена.

#### Литература

1. Faradev F. F., Gasanly N. M., Mavrin B. N., Melnik N. N. Phys. Stat. Sol. (b), 85, 381, 1978.
2. Gasanly N. M., Yavador, B. M., Tagirov V. I., Vinogradov E. A. Phys. Stat. Sol. (b), 89, K. 43, 1978.
3. E. A. Виноградов; Гасанлы Н. М.; Гончаров А. Ф., Джавадов Б. М., Мельник И. Н. ФТТ, 21, 1572, 1979.
4. Водопьянов Л. Голубев Л. В., Алехвердиев К. Р., Салаев Э. Ю. ФТТ, 20, 2803, 1978.
5. Jandl and Cosmo Carlone. Solid State Commun., 25, 5-8, 1978.
6. Kuroda N. and Nishina Y. Solid State Commun., 28, 439-443, 1978.
7. Carlone C. and Jandl S. Solid State Commun., 29, 31-33, 1979.
8. Weiting T. J. Solid State Commun., 12, 931, 1973.
9. Mercier, Voitchovsky J. P. Solid State Commun., 14, 757, 1974.
10. Abdullaev G. B., Allakhverdiev K. R., Babaev S. S., Salaev E. Yu., Tagiev M. M., Vodopyanov L. K. and Golubev L. V. Solid State Commun., 34, 125-128, 1980.
11. Chang J. F. and Mitra S. S. Phys. Rev., 172, 924, 1968.

Институт физики

Поступило 15. X 1980

К. Р. Аллахвердиев, Л. К. Водопьянов, Л. В. Голубев, Л. У. Кенгерлински,  
Е. Ю. Салаев, Р. М. Сардарлы, А. О. Халилов

#### InSe МОНОКРИСТАЛЛАРЫНЫН РЭГС СПЕКТРИНЭ КҮКҮРД ГАРЫШЫҒЫНЫН ТӘСИРИ

Күкүрд атомлары гарышыгы индий селениди ләйлы кристалларында ишығын комбинацион сәпәләнмәсини полжарланмыш спектрләри тәдгиг едилмишдир. InSe кристаллик гәфәсинә күкүрд атомлары эләвә едилмәсилә эләгәдәр комбинацион сәпәләнмә спектрләриндә жаранмыш жени зәләгларын тәбиәти мұзакирә едилмишдир.

K. R. Allakhverdiev, L. V. Vodopyanov, L. V. Golubev,  
L. Yu. Kengerlinsky, E. Yu. Salaev, R. M. Sardarly, A. O. Khalilov

#### THE INFLUENCE OF SULPHUR IMPURITY ON VIBRATIONAL SPECTRUM OF InSe MONOCRYSTALS

The polarized Raman spectra of impurity-doped layered InSe crystals have been investigated.

The nature of the new bands in the Raman spectra related to including of sulphur atoms to the lattice of InSe is discussed.

Акад. Г. Б. АБДУЛЛАЕВ, Н. З. ДЖАЛИЛОВ, Н. Т. ГАСАНОВ,  
С. И. МЕХТИЕВА, С. А. АБАСОВ, ЭЛЬМИРА ДЖАЛАЛ КЫЗЫ

### ТЕМПЕРАТУРНО-СИЛОВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ДОЛГОВЕЧНОСТИ МОНОКРИСТАЛЛОВ ГЕКСАГОНАЛЬНОГО СЕЛЕНА

Исследование зависимости прочности твердых тел от температуры и времени воздействия на них нагрузки позволяет выявить кинетический характер механического разрушения, получить данные, характеризующие структурные особенности исследуемого материала.

Температурно-силовая зависимость долговечности твердых тел различной природы изучалась авторами работ [1—8]. Показано, что время разрыва под нагрузкой, т. е. долговечность испытуемого образца  $\tau$ , разрывное напряжение  $\sigma$  и абсолютная температура  $T$  связаны следующим соотношением:

$$\tau = \tau_0 e^{\frac{U_0 - \gamma \sigma}{RT}} \quad (1)$$

где  $\tau_0$  является универсальной постоянной для твердых тел и совпадает с периодом собственных колебаний атомов в твердом теле,  $U_0$  определяется природой химической связи тела, а коэффициент  $\gamma$  — структурой материала. В [6,9] показана общность закономерности временной и температурной зависимости прочности как для сложных по структуре и составу материалов, так и для материалов, имеющих более простое строение.

Как известно [10], аморфный селен состоит в основном из восьмичленных колец и сильнодеформированных цепочек, которые могут содержать до тысячи и более атомов. Существует также предположение, что аморфный селен состоит из замкнутых колец, одна треть которых содержит восемь, а остальные значительно большее число атомов.

Гексагональный селен является термодинамически самой устойчивой модификацией и все аллотропные формы селена со временем переходят в гексагональную. Кристаллическая решетка селена состоит из параллельных спиральных цепочек атомов. Атомы в каждой цепочке тесно связаны ковалентными силами, тогда как между цепочками связь осуществляется значительно более слабыми молекулярными силами.

Следует отметить, что кинетика механического разрушения в случае аморфного селена изучена в [5]. Однако работы по изучению кинетики механического разрушения в монокристаллах селена отсутствуют, тогда как данный вопрос представляет интерес, исходя из их структурных особенностей.

Целью данной работы являлось изучение температурно-силовой зависимости долговечности монокристаллов гексагонального селена.

Долговечность образцов в случае одноосного растяжения вдоль оси „С“ при различных напряжениях и температурах измерялась на разрывной установке, обеспечивающей постоянство напряжения [3,4]. При испытании каждого образца температура поддерживалась постоянной.

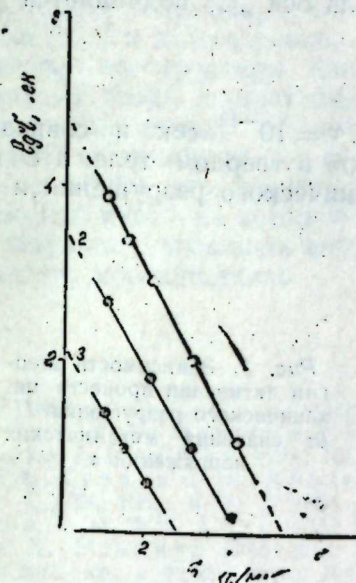


Рис. 1. Температурно-силовая зависимость долговечности для монокристаллов селена: 1—20; 2—50; 3—95°C.

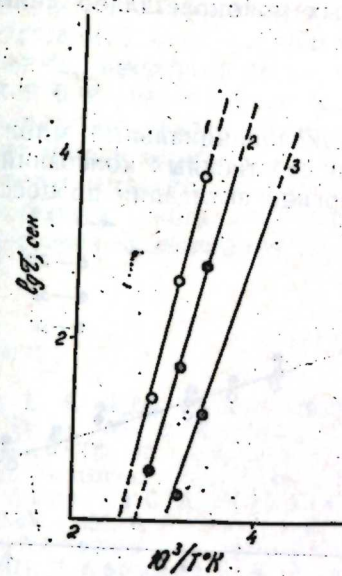


Рис. 2. Температурная зависимость долговечности монокристаллов селена: 1—1; 2—2; 3—4 кг/мм².

Монокристаллы селена выращены из паровой фазы [11]. Образцы имели структуру гексагональной модификации с параметрами решетки  $a = 4,362 \text{ \AA}$  и  $c = 4,942 \text{ \AA}$ . Длина образцов составляла 10 мм, толщина варьировалась от 0,2 до 0,6 мм.

На рис. 1 представлены результаты определения долговечности монокристаллов селена в зависимости от напряжения при температурах 20, 50, 95°C. Как видно, зависимость  $\lg \tau$  от растягивающего напряжения  $\sigma$  при каждой температуре испытания является линейной. Прямые временной зависимости прочности в полулогарифмических координатах  $\lg \tau$  от  $\sigma$  при различных температурах образуют веер и при экстраполяции в сторону малых значений времени и больших значений механического напряжения пересекаются в одной точке — полюсе при  $\lg \tau_0 = -12$ .

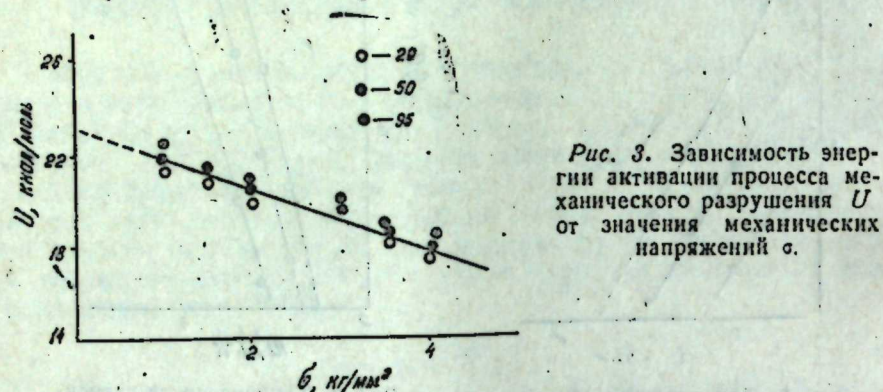
На рис. 2 показана зависимость долговечности от обратной температуры при различных механических напряжениях. Эти графики построены на основе данных рис. 1. На рис. 2 наблюдается линейная зависимость  $\lg \tau$  от  $1/T$  и прямые, соответствующие разным напряжениям, при экстраполяции в сторону меньших значений  $1/T$  также сходятся в одной точке — полюсе  $\lg \tau_0 = -12$ . Здесь следует отметить, что точка пересечения прямых в координатах  $\lg \tau$  от  $1/T$  (рис. 2) ле-

жит на оси ординат, т. е. не происходит так называемое, смещение полюса". Как известно, смещение полюса для металлов и ряда полимеров [3,4] также не наблюдалось. Однако для некоторых полимеров и в случае аморфного селена смещение полюса имеет место [5,12].

Из рис. 2 следует, что температурная зависимость долговечности игольчатых монокристаллов селена вдоль оси „С“ подчиняется уравнению:

$$\tau = \tau_0 e^{\frac{U}{RT}}, \quad (2)$$

где предэкспоненциальный множитель  $\tau = 10^{-12}$  сек и совпадает с периодом собственных колебаний атомов в твердом теле, а  $U$  является энергией активации процесса механического разрушения и зави-



сит от растягивающего напряжения. Величина  $U$  вычисляется из наклона прямых на рис. 2 для каждого значения  $\sigma$  и характеризует высоту энергетического барьера, а также определяет скорость разрушения твердого тела.

На рис. 3 представлена зависимость  $U$  от  $\sigma$ . С ростом значения напряжения  $\sigma$  величина  $U$  линейно падает, т. е. зависимость  $U$  от  $\sigma$  подчиняется уравнению  $U = U_0 - \gamma\sigma$  (3), где  $U_0$  — максимальное значение энергетического барьера до приложения к телу механического напряжения, а  $\gamma$  характеризует наклон прямой, выражаемый уравнением (3). Таким образом было установлено, что общая закономерность температурно-временной зависимости прочности в виде (1) справедлива и для монокристалла гексагонального селена.

На основе данных рис. 3 были вычислены значения  $U = 23$  ккал/моль и  $\gamma = 1,45$  ккал/моль  $\cdot$  мм<sup>2</sup>/кг. В случае аморфного селена для этих величин получены следующие значения:  $U_0 = 32,5$  ккал/моль;  $\gamma = 2$  ккал/моль  $\cdot$  мм<sup>2</sup>/кг [5].

Низкое значение структурно-чувствительного коэффициента в случае монокристаллов селена указывает на большую совершенность структуры. Кроме этого в монокристаллах селена получается низкое значение и для  $U_0$ , что приводит к малому значению прочности. Прочность вещества связана с конфигурацией расположения его атомов. Монокристаллы гексагонального селена вдоль оси „С“ состоят из параллельно встроенных цепей. Как уже было отмечено, между атомами вдоль цепей действует ковалентная связь, а связь между атомами соседних цепей — вандерваальсовая. При растяжении вдоль оси „С“ разрывается ковалентная связь между атомами вдоль цепочек.

Однако как показывают полученные результаты, значение  $U_0$  не совпадает со значением энергии связи между атомами в селене, что имеет место и в других материалах [5—8]. Последнее объясняется влиянием конфигурации расположения атомов в твердом теле на энергию связи между ними [13].

Отличие в значениях  $U_0$  для аморфного и монокристаллического селена (32,5 и 23 ккал/моль, соответственно) следует связать с особенностью их структуры. Как отмечалось, аморфный селен состоит из замкнутых колец и разорванных цепей в незначительном количестве. Разрыв связи между атомами в случае аморфного селена при его растяжении, по-видимому, происходит между атомами вдоль цепочек. Однако, чтобы это происходило, первоначально требуется разрыв замкнутых цепей, на который затрачивается добавочное напряжение и в результате прочность аморфного селена оказывается больше, чем прочность монокристалла.

#### Литература

1. Журков С. Н., Нарзуллаев Б. Н. ЖТФ, 23, 1677, 1953.
2. Журков С. Н., Томашевский Э. Е. ЖТФ, 25, 66, 1955.
3. Журков С. Н., Санфирова Т. П. «ДАН СССР», 101, 237, 1955; ЖТФ, 28, 1719, 1958; ФТТ, 2, 1033, 1960.
4. Журков С. Н., Аббасов С. А. Высокомол. соед., 3, 441, 1961; 3, 450, 1961; 4, 1704, 1962; ФТТ 4, 2184, 1962.
5. Аббасов С. А., Кулиев Б. Б., Халилов Х. М. ФТТ, 7, 153, 1965; ФТТ, 7, 1860, 1965.
6. Аббасов С. А., Алиева М. Х., Эльмира Джалал кызы, Аббасов Т. Ф. «Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук», № 4 21, 1971.
7. Аббасов С. А., Алиева М. Х., Эльмира Джалал кызы. «ДАН Азерб. ССР», т. 27, № 8, 11, 1972.
8. Аббасов С. А., Алиева М. Х., Эльмира Джалал кызы. «Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук», № 1, 13, 1978.
9. Журков С. Н., Бетехин В. И., Бахтибаев А. Н. ФТТ 11, 690, 1969.
10. Karlov R., Rove T. A., Averbach V. Z. Phys. Rev., 168, 1068, 1968.
11. Алиев Г. М., Джалилов Н. З. Ларионкина Л. С. Изв. АН Азерб. ССР, № 4, 1964.
12. Журков С. Н., Регель В. Р., Санфирова Т. П. «Высокомол. соед.», 6, 1092, 1964.
13. Губанов А. И., Чевычелов А. Д. ФТТ, 5, 91, 1963.

Институт физики

Поступило 18. XI 1980

И. Б. Абдуллаев, Н. З. Чалилов, Н. Т. Исэнов С. И. Мейдијева, С. А. Аббасов, Елмира Чалал кызы

#### ГЕКСОГОНАЛ СЕЛЕН-МОНОКРИСТАЛЛАРЫНЫН ЈАШАМА МҮДДЭТИНИН ТЕМПЕРАТУР-ЗАМАН АСЫЛЫЛЫҒЫ

Мәгаләдә гексагонал селен-монокристалларынын јашама мүддәтинин температур-заман асылылыгы тәдгиг олуишуи вә мүәјјән едилмишдир ки, мөһкәмлијин температур-заман асылылыгынын үмуми ганунаујунлуғу селен монокристаллары үчүн дә доғрудур вә  $lg\sigma$ -нын  $(1/T)$ -дән асылылыгы координатындакы хәтләрин кәсишмә нөгтәси ординат оху үзәриндә јерләшир, јә’ни „гүтб сүрүшмәси“ баш вермир. Механики дағылманын  $U$  активләшмә энерјисинин, кәрјинлијин  $\sigma$  гижмәтиндән асылылыгы вә  $U = U_0 - \gamma\sigma$  тәнлији әсасында  $U_0 = 23$  ккал/мол аморф селен үчүн 32,5 ккал/мол вә  $\gamma = 1,45$  ккал/мол мм<sup>2</sup>/кг (аморф селен үчүн 2 ккал/мол мм<sup>2</sup>/кг) гижмәтләри һесаблинмишдир. Аморф вә монокристал селен үчүн  $U_0$  вә  $\gamma$ -нын гижмәтләриндәки фәрг онларын гурулуш хүсусијәтләриндәки фәрглә әләгәләндирилмишдир.

G. B. Abdullayev, N. Z. Djaliyov, N. T. Gasanov, S. I. Mekhtiyeva,  
S. A. Abbasov, Elmira Djatal kyzy

### TEMPERATURE-STRENGTH DEPENDENCE OF HEXAGONAL SELENIUM SINGLE CRYSTAL LIFETIME

An investigation is made of temperature-strength dependence of hexagonal selenium single crystal lifetime. It is established that the general rule of temperature-time dependence of strength is also valid for selenium single crystals, and the intersection point of the straight lines in the co-ordinates  $\lg t$  from  $(1/T)$  lies on the co-ordinate axis, i. e. no "band displacement" is observed. On the base of mechanical destruction activation energy dependence on stress the values  $U_0=23$  kcal/mol (for amorphous selenium 32.5 kcal/mol) and  $\gamma=1.45$  kcal/mol $\cdot$ mm<sup>2</sup>/kg (for amorphous selenium 2 kcal/mol $\cdot$ mm<sup>2</sup>/kg) have been estimated from the equation  $U=U_0-\gamma\sigma$ .

The difference in the values of  $U_0$  and  $\gamma$  for amorphous and monocrystalline selenium is associated with the peculiarities of their structure.

АЗЭРБАЙЖАН ССР ЕЛМЛЮР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗЭЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVII ЧИЛД

№ 5

1981

УДК 591.1.04.843

БИОФИЗИКА

Акад. Г. Б. АБДУЛЛАЕВ, Г. Г. ГАСАНОВ, Э. М. КУЛНЕВА,  
А. И. ДЖАФАРОВ, В. В. ПЕРЕЛЫГИН

### О ДЕЙСТВИИ СЕЛЕНА НА ЭЛЕКТРОРЕТИНОГРАММУ ИЗОЛИРОВАННОЙ СЕТЧАТКИ ХОЛОДНОКРОВНЫХ ЖИВОТНЫХ

Исследованиями последних лет показано, что высказываемые ранее гипотезы о возможном участии селена в функциях световосприятия [1, 2] имеют под собой реальную основу, так как в хронических опытах на кроликах, получивших селен, действительно имеет место факт значительного повышения амплитуды ЭРГ [3, 4, 5], что, безусловно, свидетельствует о возрастании световой чувствительности фоторецепторного аппарата.

Анализ цитированного экспериментального материала не позволяет пока сделать какое-либо конкретное заключение о механизме описанного явления, однако обсуждение закономерностей этого феномена может быть полезным для определения тактики дальнейшего научного поиска. Узловым моментом является решение вопроса о месте приложения действия селена в фоторецепторной системе. Использование радиоактивного изотопа селена в виде селенита натрия ( $Na_2SeO_3$ ) в дозе, которая обычно применяется для повышения ЭРГ на определенную величину, дало возможность определить локализацию в различных анатомо-морфологических частях глаза кролика в целом [4].

Наибольшее его количество отмечалось в пигментно-хориондальном комплексе, а наименьшее — в нейрональных слоях сетчатки. Подобный характер локализации мог бы обуславливать первичность действия селена в области рецепторной клетки, скорее ее наружного сегмента, чем в области нейрональных компонентов сетчатки в целом.

Это предположение подтверждается опытами, в которых была сделана попытка дифференцировать фотоэлектрическую реакцию сетчатки (ЭРГ) от состояния возбудимости ее биполярных нейронов посредством прямого возбуждения их электрическим током [6]. Оказалось, что ответ биполяров на электрическое раздражение не меняется при введении в организм селена. Аналогичные данные были получены при изучении закономерностей генерации и проведения потенциалов действия в изолированных первах теплокровных и холоднокровных животных в условиях действия селена [7], который практически не влиял при концентрациях, дающих повышение ЭРГ, на эти процессы.

Еще одно свидетельство в пользу того, что селен влияет на ранние стадии первичного акта рецепции получено в экспериментах, где показано увеличение, в ответ на введение селена, амплитуды  $R_2$  компонента раннего рецепторного потенциала, формирующегося непо-



средственно в системе фоторецепторных мембран наружных сегментов [8].

Очевидно, что дальнейшим шагом было бы экспериментирование на сетчатках, изолированных от организма, так как такой подход, помимо других известных преимуществ, позволит уточнить, необходимо ли для проявления эффектов селена участие целостного организма, его специфических органов, где селен мог бы трансформироваться в эндогенные соединения, обладающие специфической активностью. Такая попытка была предпринята в опытах на сетчатках лягушек, не извлеченных из глазного бокала и при этом было показано [9], что селен не только не повышает ЭРГ, но и, наоборот, ускоряет его падение. Следует отметить, что подобный препарат сетчатки, находящийся в атмосфере комнатного воздуха, а не кислорода, быстро отмирает и, очевидно, на фоне прогрессирующего падения функций сетчатки будет затруднительно интерпретировать характер действия селена. Выходом из положения в данном случае, может быть использование сетчатки, извлеченной из глазного бокала и помещенной в специальную перфузионную систему, с применением насыщенного кислородом перфузата, содержащего все необходимые для нормальной жизнедеятельности ионы. Согласно многочисленным данным [10] сетчатки как холоднокровных, так и теплокровных животных функционируют в подобных условиях часами.

В задачу настоящего исследования входило изучение действия различных соединений селена на параметры волн ЭРГ сетчаток, полностью выделенных из глазного бокала и помещенных в специальные условия, гарантирующие поддержание жизнеспособности в течение времени эксперимента.

#### МЕТОДИКА

Сетчатки лягушек (*Rana ridibunda*), адаптированных к темноте не менее 2-х часов, извлекались из глазных бокалов специальным хирургическим приемом при слабом красном освещении. Приготовленный препарат располагался на фильтровальной бумаге рецепторной частью вниз и укладывался в специальную проточную камеру с двумя отводящими платиновыми электродами, объемом 0,5 мл. Через сетчатку перфузировался раствор Рингера для холоднокровных (рН—7,2) ( $\text{NaCl}$ —0,65%,  $\text{KCl}$ —0,014%,  $\text{CaCl}_2$ —0,012%,  $\text{NaHCO}_3$ —0,020%). Скорость перфузии регулировалась, а контроль осуществлялся по скорости истечения капель из проточной камеры. В системе предусмотрена возможность контроля и стабилизации температуры. Поддержание параметров ЭРГ в неизменном виде в течение 60 мин эксперимента достигалось насыщением перфузионного раствора кислородом. Электроретинограмма регистрировалась с помощью усилителя биопотенциалов УБП-02 и фотографировалась с экрана осциллографа С1-18. Второй луч использовался для подачи отметки светового раздражения с помощью фотоэлемента, расположенного рядом с сетчаткой. Световое раздражение осуществлялось с помощью фотостимулятора с ксеноновой лампой, дающей вспышки с энергией от 0,005 до 0,19 дж. Свет фокусировался на светопровод камеры оптической системой. Длительность вспышки порядка 150 мсек.

Селен применялся в основном в виде водорастворимого соединения селенита натрия ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ), добавляемого к раствору Рингера в концентрации от 0,1 до 0,01%.

Все опыты проводились при  $22 \pm 0,5^\circ\text{C}$ .

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

ЭРГ, полученная от изолированных сетчаток лягушек в условиях пропускания раствора Рингера, насыщенного кислородом, имела обычные компоненты а- и в-волн, на последней часто встречались осцилляции в количестве до 6 пиков. При увеличении скорости развертки наблюдается отчетливо разделение а-волны ЭРГ на два компонента:  $a_1$ - и  $a_2$ -волны, что, по-видимому, соответствует дистальному и проксимальному элементам компонентам  $R_{in}$ , наблюдаемого различными авторами [11,12]. Характерно, что при малой яркости вспышки (0,005 дж) отчетливо выделяется лишь  $a_2$ -волна, а с увеличением яркости (0,025—0,05 дж) повышается амплитуда  $a_1$ -волны, в то время как амплитуда  $a_2$ -волны как бы насыщается (рис. 1).



Рис. 1. Зависимость амплитуды отдельных волн ЭРГ от яркости вспышки ОП—осцилляторные потенциалы; а—волна ЭРГ

Очевидно,  $a_2$ -волна отражает работу скотопических систем, а  $a_1$ -фотопических, что соответствует представлениям, развиваемым многими авторами.

Специальные опыты подтвердили, что параметры ЭРГ в условиях проведения эксперимента остаются стабильными в течение всего времени эксперимента (60 мин). При добавлении к перфузионной жидкости селенита натрия в концентрации 0,1%, которая по данным [9] приводит к быстрому подавлению ЭРГ, мы, в отличие от указанных авторов, наблюдали всегда первоначальное увеличение как а-, так и в-волн ЭРГ, которые по истечении некоторого времени действительно уменьшались. Вместе с тем, при прогрессирующем падении в-волны, а-волна долгое время остается увеличенной (рис. 2). Примечательно, что наряду с подавлением в-волны ЭРГ исчезает  $a_2$ -волна, которая, как известно, в большей степени подвержена действию токсических веществ, чем дистальный компонент  $a_1$ . Фактически, после действия указанной концентрации селенита натрия нами получен в чистом виде  $a_1$ -компонент, амплитуда которого выше в данном случае, чем а-волна в контрольном эксперименте.

При действии на сетчатку 0,05%-ного раствора селенита натрия также отмечено начальное повышение амплитуды волн ЭРГ, однако, последующее падение амплитуды в-волны, хотя имеет место, но протекает медленнее, чем в первом случае.

Концентрация селенита натрия 0,01% видимых сдвигов в параметрах отдельных волн ЭРГ практически не вызывает.

Таким образом, действие селена в концентрациях 0,1%, согласно полученному экспериментальному материалу, сводится к первоначальному повышению а- и в-волн ЭРГ с последующим падением в-волны до полного превращения фотоэлектрического потенциала в компонент Р<sub>III</sub>. Следовательно, речь идет о двух процессах: повышение чувствительности сетчатки, с одной стороны, и блокада, ведущая к формированию Р<sub>III</sub>. Снижение концентрации селена вдвое (0,05%) способствует повышению амплитуды ЭРГ, но токсический эффект становится несколько менее заметным.

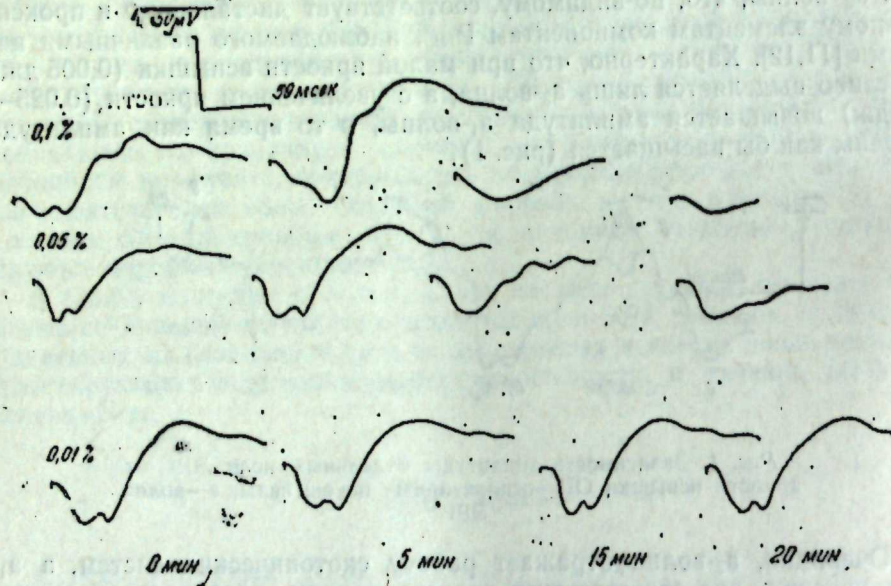


Рис. 2. Влияние различных концентраций селенита натрия на параметры ЭРГ в условиях одной яркости вспышки (0,05дж)

Способность селенита натрия повышать световую чувствительность изолированных сетчаток, указывает в первую очередь на необходимость включения его в сложные метаболические циклы, свойственные целостному организму.

В данном случае, очевидно, его воздействие на сетчатку в виде неорганического аниона  $\text{SeO}_3^{--}$ . Отсюда уместно предположить, не может ли селен оказывать влияние на ионные механизмы генерации фотопотенциалов в зрительной системе. Согласно гипотезе Хеггинса [13], которую в последнее время поддерживают многие исследователи [14, 15 и др.] на роль медиатора, блокирующего ток  $\text{Na}^+$  в наружных сегментах претендуют ионы  $\text{Ca}^{++}$ . Показано, что уменьшение ( $\text{Ca}^{++}$ ) во внеклеточной среде приводит к значительному возрастанию фотоответа сетчатки [3, 14, 15 и др.]. При воспроизведении этих экспериментов мы наблюдали снижение ( $\text{Ca}^{++}$ ) в растворе Рингера с  $10^{-3}$  до  $10^{-4}$ М и увеличение амплитуды всех волн ЭРГ (рис. 3). Примечательно, что в этих условиях исчезали осцилляторные потенциалы и увеличивалась длительность протекания отдельных фаз ЭРГ. Следует отметить, что

чем ниже ( $\text{Ca}^{++}$ ) в растворе Рингера, тем быстрее наступает последующее падение ЭРГ. Получив стабильную в течение 20 мин ЭРГ, после снижения ( $\text{Ca}^{++}$ ) до  $10^{-4}$ М, мы не смогли последующим действием селенита натрия (0,1%) вызвать обычное в таких случаях повышение амплитуды ЭРГ. Полученный факт не поддается ввиду скудности

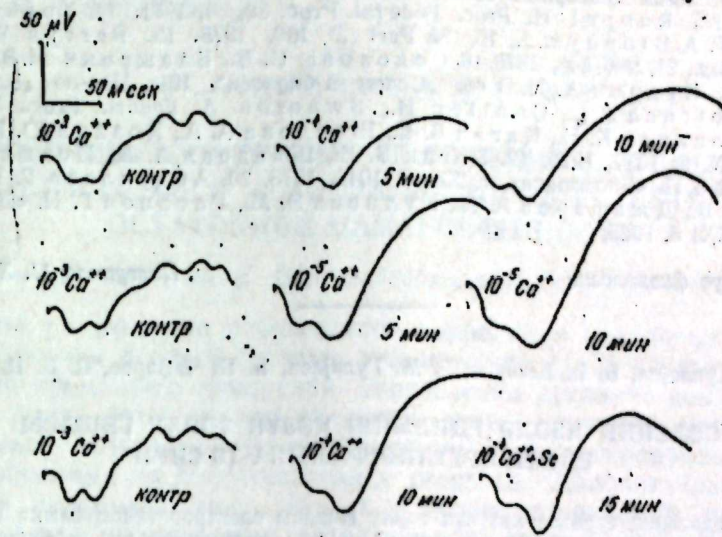


Рис. 3. Изменение амплитуды ЭРГ после снижения концентрации в растворе Рингера

экспериментального материала однозначной трактовке, однако можно предположить, что регуляция амплитуды ЭРГ могла бы определяться взаимоотношением катионов  $\text{Ca}^{++}$  и анионов  $\text{SeO}_3^{--}$ . Последние могли бы быть более эффективными, чем анионы  $\text{SC}_3^{--}$  из-за большого радиуса иона. Еще одним фактом, который свидетельствует в пользу предположения о наличии определенных взаимоотношений между  $\text{Ca}^{++}$  и  $\text{SeO}_3^{--}$ , могут служить данные о нормализующем действии селенита натрия при гиперкальцемии, вызванной Д-гипервитаминозом [16].

Вместе с тем, развиваемые представления не исключают возможности участия селена в условиях целостного организма как важного фактора в глутатионпероксидазной системе инактивации липидных перекисей [17], роль которых в работе фоторецепторных мембран в последнее время активно обсуждается [18, 19, 20].

#### Литература

1. Абдуллаев Г. Б. Электронные полупроводники и их применение. 43. Баку, 1952.
2. Siren M. J. The Instrument L., 11, 3, 1964.
3. Абдуллаев Г. Б., Гаджиева Н. А., Гасанов Г. Г., Оболенская Л. В. «ДАН Азерб. ССР», т. XXVII, 10, 19, 1971.
4. Абдуллаев Г. Б., Гаджиева Н. А., Гасанов Г. Г., Джафаров А. И., Перельгин В. В. Селен и зрение. Изд-во «Элм», Баку, 1972.
5. Шостак В. И., Бахарев В. Д., Бочарова М. А. В сб. «Селен в биологии», т. 71, 32. Изд-во «Элм», Баку, 1976.
6. Абдуллаев Г. Б., Сулейманов Н. С., Гаджиева Н. А. В сб. «Селен в биологии», 23. Изд-во «Элм», Баку, 1974.
7. Абдуллаев Г. Б., Перельгин В. В., Алиева Л. А., Джафаров А. И., Кольс О. Р., Федоров Г. Е. В сб. «Селен в биологии», 32. Изд-во «Элм», 1974.
8. Абдуллаев Г. Б., Гаджиева Н. А., Жеретненко В. З., Дмитриенко А. И. В сб. «Селен в биологии», 35. Изд-во «Элм», 1974.

9. Сулейманов Н. С., Гаджиева Н. А. В сб. «Селен в биологии», т. 1, 24: Баку, 1976. 10. Küssler G., Pilz A., Sichel W., Bauerleisen E. Pflüg Archiv., 263, 566, 1956. 11. Ханнич Р. Мат-лы II Симпозиума по физиологии сенсорных систем. «Физиология зрения» 29, Л., 1973. 12. Богословский А. И., Жданов В. К., Ковальчук Н. А., Мильдажене Г. В., Семеновская Е. Н., Шалишинова А. М., Шубина Н. В., Щербатова О. И. Мат-лы II Симпозиума по физиологии сенсорных систем. «Физиология системы», 27, Л., 1973. 13. Nagins W. A., Ruppel H. Proc. Federat. Proc. 30, 64, 1971. 14. Yoshikami J. Nagins W. A. Biophys. J., 15, № Part 2' 169, 1975. 15. Barrys Winkler. Exp. Eye Res., 21, № 6, 546, 1975. 16. Соколова С. В., Блажевич Н. В., Спиричев В. Б., Кудрин А. Н. В сб. «Селен в биологии», 101. Изд-во «Элм», Баку, 1976. 17. Rotgruch J. L., Gantler H., Swanson A. A. Federt. Proc., 31, p. 691, 1973. 18. Новиков К. Н., Каган В. Е., Шведова А. А., Козлов Ю. П. «Биофизика», т. XX, 6, 1039, 1975. 19. Каган В. Е., Шведова А. А., Новиков К. Н., Козлов Ю. П. «Биофизика», т. XX, 6, 1043, 1975. 20. Абдуллаев Г. В., Перельгин В. В., Джафаров А. И., Кулиева Э. М., Гасанов Г. И. «ДАН Азерб. ССР», т. XXXI 6, 1975.

Институт физиологии

Поступило 11. XI 1980

И. Б. Абдуллаев, И. И. Гасанов, Е. М. Гулиева, И. И. Чэфаров, В. В. Перельгин

### СЕЛЕНИН ИЗОЛЭ ЕДИЛМИШ КӨЗҮН ТОРЛУ ГИШАСЫ ЭЛЕКТРОРЕТИНОГРАМЫНА ТӘСИРИ

Изолэ едилмиш гурбага көзүнүн торлу гишасы электроретинограммына (ЕРГ) натриум селенитин тәсири өрәнилмишидир. Мүәјјән едилмишидир ки, натриум селенитин 0,1—0,05%-ли мөлһуллары изолэ едилмиш торлу гишанын ишыға һәссаслығыны артырыр. 0,1%-ли мөлһулун эффектлији гысамүдәтлидир ки, бу да натриум селенитин токсик тәсири илә әләғәдардыр. Натриум селенитин концентрасијасынын 0,05%-ә гәдәр изалдылмасы ЕРГ амплитудасынын узун мүддәтли артмасына сәбәб олур.

Алынмыш нәтичәләрә әсасән фәрз етмәк олар ки, натриум селенитин тәсири илә көзүн торлу гишасынын ишыға һәссаслығынын артмасы фоторесепторларда elektrik фәаллығынын ион механизминин дәјншмәси илә әләғәдардыр.

G. V. Abdullaev, G. G. Gasanov, E. M. Kulieva, A. I. Jafarov,  
V. V. Perelygin

### ON THE SELENIUM ACTION ON ELECTRORETINOGRAM OF ISOLATED RETINA OF FROGS

This study deals with the action of sodium selenite on ERG of frogs' isolated retina.

It is established that sodium selenite in doses of 0.1—0.05% increases photosensitivity of isolated retina. However, the effect is a short-term one with the concentration of 0.1%, and it is connected with the toxicity of sodium selenite. A reduce of its concentration promotes an enhance of ERG amplitude for a long period of time. Probably, an injection of sodium selenite increases photosensitivity of isolated retina due to ionic mechanisms of generation of photopotentials.

Т. А. ИСМАИЛ-ЗАДЕ, А. М. РУТМАН

### КОРРЕЛЯЦИЯ ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВЕКТОРОВ ЕСТЕСТВЕННОЙ ОСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ

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

Метод расчленения и возрастной корреляции осадочных толщ по палеомагнитным данным основан, как известно [1, 2] на выявлении и сравнении временных изменений направления древнего земного магнитного поля, которые определяются путем изучения направлений естественной остаточной намагниченности в ориентированных образцах, отобранных из сопоставляемых разрезов. Дополнительные возможности палеомагнитного метода с целью корреляции осадочных отложений открываются при статистическом анализе векторов естественной остаточной намагниченности.

Как показал Фишер [4], наилучшей оценкой среднего направления векторов, является направление их векторной суммы. При этом плотность распределения  $N$  векторов вокруг результирующей  $R$  характеризуется кучностью  $K = \frac{N-1}{N-R}$  (1). Более удобной характеристикой

при изучении распределения векторов являются угловая дисперсия  $S^2$  и среднеквадратичное угловое отклонение  $S$ , подобные таким же характеристикам в математической статистике скалярных величин [3]. Зная дисперсию векторов естественной остаточной намагниченности относительно их среднего в выборке и дисперсию векторов  $J_n$  относительно средних направлений в других выборках, их можно использовать для дисперсионного анализа палеомагнитных данных.

На основании отношений угловых дисперсий векторов  $J_n$  двух выборок можно проверить, происходят ли они из единой генеральной совокупности, а также степень различия направлений двух выборок.

Критерии для проверки гипотезы о равенстве дисперсий основаны на  $F$ -распределении Фишера. Это теоретическое распределение отношения двух выборочных дисперсий:  $S_2^2/S_1^2$ , где  $S_2^2$ —большая дисперсия.

Вполне естественно, что выборочные дисперсии в случае, когда число наблюдений, используемое для их вычисления мало, меняются от испытания к испытанию в довольно широком диапазоне. Поэтому вид  $F$ -распределения изменяются с изменением объема выборки. Это заставляет нас учитывать степени свободы  $\nu_1, \nu_2$ , каждая из которых соответствует одной из двух дисперсий  $F$ -отношения. Число степеней свободы—это разность между числом наблюдений в выборке и числом параметров, которые нужно оценить по выборочным данным.

Если  $R$ —модуль результирующих единичных векторов, то как показал Ларошель [5], выражение  $\frac{2(N-R)}{N-1} = \frac{2}{K}$  будет иметь  $2(N-1)$  степеней свободы, и тогда при вычислении отношения дисперсий для сравнения их по критерию Фишера, нужно использовать именно это число степеней свободы.

Если средние результирующие направления нескольких выборок не различаются между собой статистически существенно, то можно рассматривать всю совокупность векторов как составную часть одной общей выборки, дисперсия которой  $S^2 = \frac{2}{K}$  (2), где  $K$ —кучность, вычисленная по  $N$ -векторам [3, 5].

Площадь	Свита, палеомагнитная зона	Угловая дисперсия векторов		Отношение дисперсий $F_{\text{выч}} = \frac{S_2^2}{S_1^2}$	Число точек		$F_{0,05}$ табл.
		$S_1^2$	$S_2^2$		$N_1$	$N_2$	
Зигильпири	КС	0,105	0,125	1,19	92	43	1,38
Кейреки	КС						
Зигильпири	КС						
	Балаханская свита	0,21	0,38	1,81	42	70	1,42
Кейреки	НКП, КС	0,105	0,250	2,38	92	15	1,52
Бабазанан	$N_2 R_2$	0,30	0,76	2,53	92	24	1,45
Бабазанан	$N_1 R_1$	0,24	0,30	1,25	23	92	1,52
Бабазанан	$N_1 R_1$	0,24	0,65	2,71	23	10	1,81
Аташка	$R_2 R_1$	0,54	0,80	1,48	29	9	2,16
Каламадын	$N_2 R_2$	0,43	0,84	1,95	43	25	1,59

Сущность предлагаемого способа корреляции осадочных толщ состоит в том, что векторы естественной остаточной намагниченности геологических объектов в той или иной степени рассеяны относительно среднего направления, за которое принимают направление результирующего вектора  $R$ . Причем, степени этого рассеяния для разновозрастных и разновозрастных пород связаны определенными соотношениями, на основании которых можно проводить идентификацию отложений осадочных пород по возрасту для любых стратиграфических подразделений: пласт, ярус, свита, и просто для каких-то интервалов геологического разреза.

В качестве объекта опробования предлагаемого способа выбраны отложения продуктивной толщи ряда нефтегазоносных площадей Азербайджана.

Выбор геологических объектов для методических палеомагнитных исследований соответствует установленным в [1] условиям:

а) объект представляет собой мощную терригенную толщу, сложенную нормальными осадочными породами с отсутствием признаков метаморфизации и других вторичных изменений.

б) основные объекты изучения надежно привязаны к общепринятой стратиграфической шкале.

в) объекты палеомагнитных исследований располагаются в нефтеносных районах и, более того, в пределах нефтегазоносных толщ.

г) районы и объекты палеомагнитных исследований выбраны так

что позволяют выяснить возможность региональной и межрегиональной палеомагнитной корреляции разрезов, для чего разновозрастные отложения изучены как в пределах одного бассейна, так и в разных бассейнах (Апшеронский полуостров и Прикурильская низменность).

д) осадочные толщи достаточно полно представляют значительные отрезки стратиграфической шкалы.

В таблице проведено сопоставление угловых дисперсий векторов для отложения осадочных пород продуктивной толщи по Апшеронскому полуострову и Прикуринской низменности. Причем сопоставлялись как разноименные свиты в пределах одной площади, так и одноименные свиты соседних площадей. Сопоставлялись также палеомагнитные зоны одного знака ( $N_1, N_2, R_1, R_2$ ) и зоны разного знака ( $V_1, R_1, N_2, R_2$ ).

Предлагаемый способ реализуется следующим образом. По общепринятой методике палеомагнитных исследований [1] определяют величину и направления результирующих векторов естественной остаточной намагниченности, которые соответствуют направлению магнитного поля Земли в эпоху формирования изучаемых отложений. Определяются по формулам (1 и 2) степени углового рассеяния (угловые дисперсии) единичных векторов относительно результирующих векторов для каждого интервала (свита или зона) из сопоставляемых отложений. Вычисляется отношение  $S_2^2/S_1^2$ , где  $S_2^2, S_1^2$ —угловые дисперсии векторов сопоставляемых геологических объектов, причем  $S_2^2$ —большая дисперсия. Находятся степени свободы  $\nu_1 = 2(N_1 - 1)$  и  $\nu_2 = 2(N_2 - 1)$ , где  $N_1, N_2$ —число единичных векторов в каждом из сопоставляемых объектов. Находятся табличные (критические) значения  $F$ -критерия Фишера при соответствующем уровне значимости (мы брали 5%-ный уровень значимости) и числе степеней свободы.

Нулевая гипотеза утверждает, что изучаемые палеомагнитные выборки имеют равные угловые дисперсии единичных векторов относительно их результирующей, множество альтернатив гласит, что это не так.

Если вычисленное значение критерия  $F_{\text{выч}}$  превышает табличное, то нулевая гипотеза отвергается и мы приходим к заключению, что дисперсии в двух выборках неодинаковы. Если вычисленное значение критерия  $F$  меньше табличного, то мы не можем утверждать, что дисперсии различны и на основании этого вносим суждение о том, что сопоставляемые выборки векторов естественной остаточной намагниченности происходят из единой генеральной совокупности, т. е. сопоставляемые геологические объекты разновозрастны.

Как видно из таблицы, средние направления векторов разновозрастных отложений и зон одного знака существенно (по критерию  $F$ ) между собой не различаются ( $F_{\text{выч}} < F_{\text{табл}}$ ).

Тогда как разновозрастные свиты и зоны разного знака характеризуются статистически существенно различающимися угловыми дисперсиями ( $F_{\text{выч}} > F_{\text{табл}}$ ).

Предложенный способ позволяет оперативно идентифицировать отложения осадочных пород по возрасту для любых интервалов сопоставляемых геологических разрезов на основе статистического анализа угловых дисперсий векторов естественной остаточной намагниченности.

## Литература

1. Храмов А. Н., Шолпо Л. Е. „Палеомагнетизм“. Изд-во „Недра“, 1967.
2. Палеомагнитные стратиграфические исследования. Труды ВНИГРИ, вып. 204, 1963.
3. Исмаил-Заде Т. А., Рутман А. М. ДАН Азерб. ССР, № 6, 1977.
4. Fisher R. „Dispersion on a sphere“. Proceeding Royal Society. London, No. 217, 1953.
5. Laroche A. „Further consideration on certain statistical methods in Paleomagnetism“. Geol. Surv. Canada paper, 1967, No. 67—26.

Научный центр „Геофизика“

Поступило 4. VII 1980

Т. Э. Исмайлзаде, А. М. Рутман

### ТӘБИИ ГАЛЫГ МАГНИТЛӘНМӘ ВЕКТОРУНУН СТАТИСТИК АНАЛИЗИНИН КОМӘЖИЛӘ ЧӨКМӘ СҮХУРЛАРЫНЫН КОРРЕЛЈАСИЈАСЫ

Мәгаләдә чөкмә сүхурларын коррелјасија үсүлүнүн тәбии галыг магнитләнмә векторунун бучаг дисперсијасынын анализи әсасында өрәнилмәсиндән бәһс олушур. Чөкмә сүхурларын мугајисә дәгиглијини артырмаг мәгсәдилә, тәбии галыг магнитләнмә векторунун дисперсијасы тәјин едилир, мугајисә олуан чөкмә векторларынн исби нәтичәләри кәстәрилир. Бу дисперсијаларын мүнәсибәтләрини, Фишер критеријасы илә бу мүнәсибәтләрин мұхтәлифлији тәјин едилир вә мұхтәлифлијин мұсбәт бөјүклүјүнә кәрә мугајисә олуан чөкүнтүләрин һәмјашлылығы мұһакимәси тәјин едилир.

Бу үсүл бөјүк дәгигликлә чөкмә сүхурларынн кәсикләриниң јашына кәрә идентификасијасыны кечирмәјә имкан верир.

T. A. Ismail-Zade, A. M. Rutman

### THE CORRELATION OF SEDIMENTARY FORMATIONS BY STATISTIC ANALYSIS OF THE VECTORS OF NRM

The paper deals with the essence of the method of correlation of sedimentary formations by analyses of angular dispersions of the vectors of NRM.

The dispersions of the unitary vectors of NRM concerning their resultant vectors determinate to increase the detailization comparisons of the formations of sedimentary rocks.

The relationship of these dispersions and difference between the Fisher criterion and this relationship are determined. The positive quantity of difference tells that the compared formations are of the same age.

This method allows quickly and with great detailing to carry out the identification of sedimentary rocks according to their age.

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ’РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVII ЧИЛД

№ 5

1981

УДК 678.742.2(004.69):541:539.2

ХИМИЯ ПОЛИМЕРОВ

Р. М. АЛИГУЛИЕВ, Г. М. АЛИЕВ, Д. М. ХИТЕЕВА,  
Ф. А. АХУНДОВА, А. А. МАМЕДОВ

### О ГРАНИЦАХ ПРИМЕНИМОСТИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ „НАПРЯЖЕНИЕ—ДЕФОРМАЦИЯ“ ДЛЯ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТОВ

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

Арсенал высокомолекулярных соединений сравнительно недавно пополнился новым классом полимерных материалов—термоэластопластами (ТЭП), которые замечательны тем, что обладают свойствами резины без дополнительной стадии структурирования [5]. Ценные технологические и физико-механические свойства ТЭП позволяют им играть все более важную роль в ассортименте применяемых на практике материалов. Поэтому задача всестороннего изучения механических свойств термоэластопластов приобретает особую актуальность.

Исследованию поведения ТЭП в силовом механическом поле посвящено много работ [2, 4, 7, 8, 11]. Однако во всех указанных работах при изучении физико-механических свойств не проводится анализ зависимости „напряжение—деформация“, что заметно снижает их информационную ценность, так как приведенные диаграммы носят иллюстративный характер, а теоретические рассуждения опираются на общие логические принципы. Затруднения, с которыми сталкиваются исследователи в этом вопросе, зависят от того, что характеристики „напряжение—деформация“ часто не укладываются в теорию для объяснения экспериментальных результатов, особенно при высоких степенях деформирования. Поэтому представляло несомненный научный и практический интерес проанализировать различные методы, направленные на создание теоретических количественных зависимостей между нагрузкой и деформацией в применении к термоэластопластам.

Испытанию подвергались термоэластопласты, полученные на основе полиэтилена среднего давления (ПЭСД) и этилен-пропилен-диенового эластомера (СКЭПТ) по методике [1]. Химический состав ТЭП варьировали при помощи соотношения эластомер—термопласт. Морфология смесей исследовалась с помощью электронного микроскопа. Установлено, что эластомер представляет собой дисперсионную фазу, а термопласт диспергирован в виде сферических доменов размерами 3—4 мкм. Образцы для испытаний готовились прессованием при удельном давлении 7 мПа и температуре 463°K с последующим охлаждением. Из полученных пластин толщиной 1 мм вырубались образцы в соответствии с ГОСТом 270-64. Одноосное растяжение образцов проводили на разрывной машине типа ЗМ-40 с постоянной скоростью 0,1 см/мин. На рис. 1 представлена типичная кривая зависимости напряжения  $\sigma$  от деформации  $\lambda$  для исследуемых полноолефиновых ТЭП. В процессе деформации термоэластопластов „жесткие“ домены вы-

полняют функцию поперечных связей и активного наполнителя, что делает механическое поведение этого материала сходным с резинами, относящихся к классу эластичных структурированных материалов. Следует также отметить, s-образный ход кривых  $\sigma-\lambda$  наблюдается почти для всех типов резины, особенно при высоких степенях деформации [12]. Впервые зависимость между напряжением и деформацией для идеальных эластичных матриц была проанализирована Куном, Марком и Гуттом [9], получившая следующую зависимость:

$$f = E(\lambda - \lambda^{-2}), \quad (1)$$

где  $f$ —напряжение, рассчитанное на сечение недеформированного образца;  $\lambda$ —степень растяжения;  $E$ —модуль эластичности. Широкое распространение для описания зависимостей типа „ $\sigma-\lambda$ “ получило также



Рис. 1. Схематическое изображение поведения эластомера при одноосном растяжении

уравнение Муни—Ривлина, отличающееся от предыдущего наличием дополнительных членов:

$$f = (2C_1 + 2C_2/\lambda)(\lambda - \lambda^{-2}), \quad (2)$$

где  $C_1$  и  $C_2$ —константы эластичности, причем величина  $C_1$  отождествляется с величиной  $E$  в уравнении (1). Уравнение (2) лучше согласуется с экспериментальными данными и часто применяется исследователями при изучении деформационных свойств эластичных материалов. Однако приведенное ранее [3] сопоставление уравнений (1) и (2) с поведением реальных полимерных материалов показало, что совпадение экспериментальных данных с теоретическими наблюдается лишь в ограниченном интервале деформации. Для более удовлетворительного описания поведения реальных эластичных полимерных систем многими авторами были предложены различные уравнения. Так Бланшаром и Паркинсоном [6] была предложена следующая формула:

$$\sigma = 1,62G(1 - \lambda^{-3}) \exp[0,31(\alpha - 1) + \mu(\alpha - 1)^4], \quad (3)$$

где  $G$ —мера числа поперечных связей в вулканизате,  $\mu$ —эмпирическая константа.

На основании большого экспериментального материала Мартин, Рот и Стилер вывели следующее соотношение, которое, как считается, удовлетворительно описывает экспериментальные данные для резины на основе НК [10]:

$$f = E(\lambda^{-1} - \lambda^{-2}) \exp[A(1 - \alpha^{-2})], \quad (4)$$

где  $A$ —эмпирическая константа.

Исследования деформационных свойств структурированных ненаполненных и наполненных эластичных полимерных систем при одно-

осном растяжении были проведены А. М. Расуловым [12]. В результате этих исследований предложена следующая формула, которая удовлетворительно описывает количественные зависимости „напряжение—деформация“ для резины на основе эластомеров различной химической природы:

$$f = E_{\min}(\lambda - \lambda^{-2}) \exp \frac{(\lambda_m - \lambda)^2}{4\lambda_m - 3}, \quad (5)$$

где  $E_{\min}$  и  $\lambda_m$ —рассматриваются как основные параметры для любого эластомера. Численное значение этих параметров определяется графически по экспериментальным данным зависимости  $f/(\lambda - \lambda^{-2})$  от  $\lambda$  и  $f/\lambda^{-2}$  от  $\lambda^{-1}$ , при этом параметр  $E_{\min}$  разделяется на две составляющие:

$$E_{\min} = 2C_1 + \frac{1}{\lambda_m} C_2,$$

где  $\frac{1}{\lambda_m}$  принимается за меру структурных изменений при деформации.

При значении  $\lambda_m = \lambda$  уравнение (5) переходит в (2).

Кроме перечисленных методов оценки зависимостей „напряжение—деформация“ имеются также работы, основанные на других предположениях [9], однако они не объясняют характер одноосного растяжения, а использованные эмпирические формулы содержат константы, лишённые физического смысла. Поэтому нами не использовались сравнения экспериментальных данных с теоретическими для термоэластопластов с высоким содержанием полиэтилена среднего давления (рис. 2, а) ПЭСД (70 масс. ч. на 100 масс. ч. СКЭПТ). Из рисунка видно, что экспериментальные данные близки к значениям, полученным по формуле (5), вплоть до разрывных значений деформаций. Кривая, вытекающая из формулы (3) в области значений  $3 \div 5$  для  $\lambda$ , лежит выше экспериментальных значений, а при деформациях, близких к разрывной, не предсказывает резкого увеличения прочности. Уравнение (4) дает более правильную качественную картину „ $\sigma-\lambda$ “, однако недостаточную для определения количественных зависимостей.

Снижение „жесткой“ фазы (40 масс. ч. ПЭСД на 100 масс. ч. эластомера) в составе ТЭП приводит к аналогичным зависимостям для одноосного растяжения (рис. 2, б). Улучшение совпадения предсказанных характеристик с экспериментальными данными наблюдается для уравнения (4) при деформации ТЭП с низким содержанием ПЭСД (20 масс. ч. на 100 масс. ч. СКЭПТ). Кривая, предсказанная формулой (3), лежит выше экспериментальных данных, а в области разрывных значений деформация ниже. Уравнение (5) и здесь достаточно хорошо описывает ход экспериментальной кривой (рис. 2, в). Таким образом, из всех рассмотренных формул для описания зависимостей „напряжение—деформация“ наиболее удовлетворительным является уравнение (5).

Так как физические и механические свойства гетерогенных полимерных систем существенно зависят от типа и величины межфазных взаимодействий, то представляло интерес определить энергию межфазных связей при помощи формулы (5). Так, при уменьшении значения  $E_{\min}$  при повторных циклах деформации до получения воспроизводимой „квазиравновесной“ кривой можно записать:

$$\Delta N = \frac{E_{\min} - E_{\min \text{ равн.}}}{2kT}, \quad (6)$$

где  $\Delta N$  — среднее число разорванных связей. С другой стороны, при изотермической деформации первичного и „равновесного“ растяжения до заданного удлинения  $2\lambda_m$  можно определить разность работы:

$$A_1 = E_{\min} \int_{\lambda=1}^{\lambda=\lambda_m} (\lambda - \lambda^{-2}) \exp \frac{(\lambda_m - \lambda)^2}{4\lambda_m - 3} d\lambda \approx 3,3 E_{\min} (\lambda_m - 1), \quad (7)$$

тогда

$$\Delta A = A_1 - A_{\text{равн.}} = 3,3 (\lambda_m^2 - 1) (E_{\min} - E_{\min \text{ равн.}}) \quad (8)$$

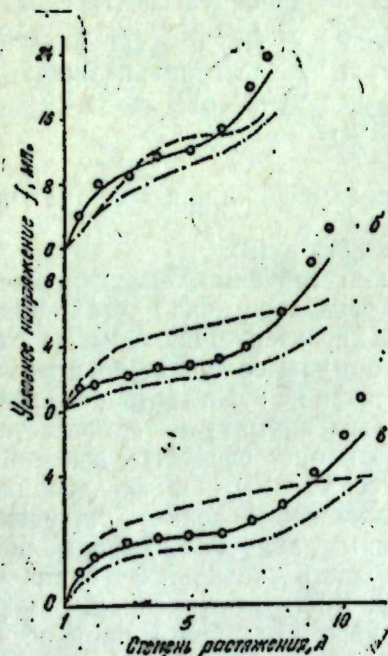


Рис. 2. Зависимости „напряжение—деформация“ для термоэластопластов с различным содержанием жесткой фазы: а—70 мас. ч.; б—40 мас. ч.; в—20 мас. ч. ПЭВП на 100 мас. частей СКЭПТ: 1—формула Расулова (5); 2—формула Бланшера—Паркинсона (3); 3—формула Мартина—Рота—Стилера (1). О—экспериментальные данные; кривые—расчет по формулам.

Среднее значение энергии межфазных взаимодействий „ $q$ “ определяется по формуле:

$$q = \frac{\Delta A}{\Delta N} \approx 9,1 \cdot 10^{-23} T (\lambda_m^2 - 1) \quad (9)$$

Рассчитанные значения энергии находятся в пределах от 40 до 70 дж/связь, что, несмотря на несколько завышенные значения, удовлетворительно согласуются с литературными данными [13].

### Выводы

1. Полученные результаты испытаний термоэластопластов не находятся в согласии с гипотезой Бланшера—Паркинсона. Эмпирическая формула Мартина—Рота—Стилера описывает качественно ход кривой „напряжение—деформация“ и удовлетворительна только для ТЭП с низким количеством ПЭСД (20 масс. ч. на 100 масс. ч. СКЭПТ).

2. Показана согласованность эксперимента с формулой Расулова в широком диапазоне соотношения полимерных компонентов ТЭП.

3. Определены величины энергии межфазных связей на границе раздела термопласт—эластомер.

### Литература

1. Авт. свид. СССР № 718451 Бюл. изобр. и товар. знаков, № 8, 1980.
2. Angier D. J., Fettes E. M. Rubber chem. Technology, 38, 1164, 1965.
3. Барте-нев Г. М., Вишиницкая Л. А., ВМС, 4, 1324, 1962.
4. Бреслер С. Е. и др. ВМС, 3, № 2, 250, 1962.
5. Belcher J. F. et al. J. Polymer. Sci., С. 26, 117, 1969.
6. Краус Дж. Кн. „Усиление эластомеров“, стр. 24. „Химия“, М., 1968.
7. Charrier J. M., Raichoux R. J. Polymer. Eng. Sci., 11, 381, 1971.
8. Holden G., Bishop E. T., Legge N. R. J. Polymer. Sci., с. 26, 37, 1969.
9. Ландел Р. Ф., Федерс Р. Ф. в кн. „Разрушение твердых полимеров“, стр. 286. „Химия“, М., 1970.
10. Martin G. M., Roth F. L., Steeler R. D. Trans. Inst. Rubber Ind., 32, 189, 1956.
11. Morton M., Crath J. E. Mc, Lilliano P. C. J. Polymer. Sci., с. 26, 99, 1969.
12. Расулов А. М. в кн. „Мат-лы II Всесоюз. совещ. по релаксационным явлениям в полимерах“, стр. 170, Баку, 1972.
13. Слюсарский Л. и др. Международная конференция по каучуку и резине. Киев, 1980.

АМИ им. Н. Нариманова

Поступило 16. X 1980

Р. М. Әлигулиев, Г. М. Әлиев, Д. М. Хитејева, Ф. А. Ахундова, А. А. Мәммедов

### ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТ ҮЧҮН КӘРКИНЛИЈИНИ ДЕФОРМАЦИЈАДАН АНАЛИТИК АСЫЛЫЛЫҒЫНЫ ТӘТБИГ ОЛУНМА СӘРҲӘДДИ НАГГЫНДА

Бир истигамәтдә дартылмыш мұхтәлиф миғдарда «бәрк» фазалы термоэластопластлар үчүн «кәркинлик-деформација» аналитик асылылығларын тәтбиғ едилмә һудудларын тәчрүбәдән кечирилмишир. Алынған нәтичәләр кәстәрмишир ки, реал полимер системләрини тәсвир етмәк үчүн Бланшар-Паркинсон вә һәмчинини Мартин-Рот-Стилер тәңликләри тәчрүбәдән алынған нәтичәләрлә уғрун кәлмир. А. Расуловун вердији дүстурдан истифада етдикдә, чох кениш инсәбәтдә полимер компонентли ТЭП үчүн алынған нәтичәләр нәзәријә илә экспериментини уғрулуғуну даһа габарығ шәкилдә әкә етдирир. А. Расуловун вердији тәңликдә гурулуш параметрләринини мөвчуд олмасы, бир истигамәтдә дартылмыш реал еластики системләри там тәсвир етмәјә имкан верир.

R. M. Aliyev, G. M. Aliyev, D. M. Khiteyeva, F. A. Akhundova, A. A. Mamedov

### ON LIMITS OF APPLICABILITY OF ANALYTICAL DEPENDENCIES OF „TENSION—DEFORMATION“ FOR THERMO-ELASTIC-PLASTICS

The limits of applicability of analytical dependencies of „tension—deformation“ for thermo-elastic-plastics with different levels of „severe“ phase axial tension are reviewed here.

The experimental results obtained in these tests are not in agreement with the equations proposed by Blanshar—Parkinson and Martin—Rot—Steeler for the description of the behaviour of real polymer systems.

The best agreement of the experimental results and theory over the wide range of „tension—deformation“ of thermo-elastic-plastics studied was with the equation of A. Rasulov. The presence of the structural parameters in Rasulov's equation permits one to describe the behaviour of real elastic systems under axial tension.

С. Н. САДЫХ-ЗАДЕ, Р. Д. ДЖАБАРОВА, Л. А. МИРКИНД,  
Ю. А. ВАСИЛЬЕВ

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
АНОДНОЙ КОНДЕНСАЦИИ МОНОМЕТИЛАДИПИНАТА  
И ДИЕНА

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

В последнее время при производстве пластических масс, синтетических смазочных масел и ряда других продуктов химической промышленности все более широкое применение находят алифатические высшие дикарбоновые кислоты [1].

Реакция анодной конденсации моноэфиров низших дикарбоновых кислот с диенами представляет несомненный интерес как новый метод синтеза высших ненасыщенных дикарбоновых кислот (ВДК).

Ввиду недостаточной изученности этого метода и необходимости отработки режимов технологического процесса были проведены исследования на примере монометиладипината (ММА) и диена.

Исследование подобных процессов традиционными статистическими методами (пассивный эксперимент) [2] нельзя признать рациональным из-за необходимости реализации большого количества опытов, невозможности при длительных исследованиях строго контролировать изменения в качестве исходного сырья или изменений в экспериментальной установке, а также в полной мере выявить совместное влияние на процесс нескольких факторов, трудности анализа и обобщения полученной информации.

Для установления аналитических зависимостей между параметрами процесса электроокисления карбоксилата и выходом ВДК реализован полный факторный эксперимент.

Предварительно проведено априорное ранжирование факторов, основанное на известных методах ранговой корреляции. В результате для дальнейших исследований отобрано четыре независимых фактора, которые были включены в матрицу планирования эксперимента:  $x_1$  — концентрация диена, моль/л;  $x_2$  — плотность тока, а/дм<sup>2</sup>;  $x_3$  — концентрация ММА, моль/л;  $x_4$  — температура раствора, °С.

В качестве зависимых переменных (целевые функции) выбраны выход по веществу (на загруженный ММА) и выход по току (на пропущенное количество электричества).

Продукт синтеза состоит из смеси диметилвых эфиров себаценовой кислоты ( $C_{10}$ );  $\alpha$ ,  $\omega$  — метилдодеценкарбоновой кислоты ( $C_{15}$ ) и  $\alpha$ ,  $\omega$  — диметилгексадекадиендикарбоновой кислоты ( $C_{20}$ ). Поэтому обозначим соответственно выход по веществу:  $C_{10}$  — через  $Y_1$ ,  $C_{15}$  — через  $Y_2$ ,  $C_{20}$  — через  $Y_3$ , сумму  $C_{15}$  и  $C_{20}$  — через  $Y_4$  и

сумму  $C_{10}$ ,  $C_{15}$  и  $C_{20}$  — через  $Y_5$ . Аналогично обозначим выходы по току:  $C_{10}$  — через  $Y_6$ ,  $C_{15}$  — через  $Y_7$ ,  $C_{20}$  — через  $Y_8$ , сумму  $C_{15}$  и  $C_{20}$  — через  $Y_9$  и сумму  $C_{10}$ ,  $C_{15}$  и  $C_{20}$  — через  $Y_{10}$ .

Факторы	Уровни варьирования			Интервал варьирования
	нижний (-1)	основной (0)	верхний (+1)	
$X_1$ — концентрация диена, моль/л	1,0	3,0	5,0	2,0
$X_2$ — плотность тока, а/дм <sup>2</sup>	0,5	1,0	1,5	0,5
$X_3$ — концентрация ММА, моль/л	0,5	1,25	2,00	0,75
$X_4$ — температура раствора, °С	0,0	10	20	10

Установка для электролиза состоит из электролизера, холодильного компрессора, выпрямителя и контрольных приборов (амперметра и вольтметра). Температура регистрировалась контактным термометром с цепью деления 0,5°С. Процесс проводится без диафрагмы, среда — метанольная. Частичная нейтрализация (10%) исходного ММА повышает электропроводность электролита. Для выделения конечного продукта от электролита последовательно отгоняют диен и метиловый спирт, разбавляют 2–3-кратным количеством воды и нейтрализуют насыщенным раствором  $NaHCO_3$  до pH = 8–9 для отделения непрореагировавшего ММА. Экстракцией серным эфиром выделяют нейтральный продукт, состоящий из диэфиров кислот  $C_{10}$ ,  $C_{15}$  и  $C_{20}$ . Анализ продуктов реакции проводился методом газожидкостной хроматографии, выходы подсчитывались по хроматограммам с помощью внутреннего стандарта.

Интервалы варьирования независимых факторов выбраны с учетом ранее проведенных исследований для конденсации ММА с бутадиеном [3].

Наименования изучаемых факторов, их интервалы и уровни варьирования приведены в таблице.

Обработка данных с помощью ЭВМ „Минск-32“ позволила построить математическую модель процесса.

Анализ полученных уравнений регрессии показывает, что наибольшее влияние на процесс синтеза ВДК как и предполагалось, оказывает концентрация диена (фактор  $X_1$ ), причем с увеличением концентрации диена выход как по веществу, так и по току для суммы непредельных эфиров ( $C_{15}$  и  $C_{20}$ ) увеличивается, в то время, как для диэфира  $C_{10}$  он уменьшается.

Остальные факторы не оказывают прямого существенного влияния на процесс синтеза всех рассмотренных случаев.

В то же время взаимодействие температуры электролита с концентрацией диена и с плотностью тока оказывают существенное отрицательное влияние, а взаимодействие плотности тока с концентрацией ММА — существенное положительное влияние на выход диэфира для всех рассмотренных случаев.

Уравнения регрессии при натуральных значениях независимых факторов имеют вид:

$$Y_1 = 55,19 - 6,79X_1$$



$$\begin{aligned}
Y_2 &= 27,70 + 3,50X_1 - 12,10X_2 - 9,68X_3 + 0,53X_4 - 0,18X_1X_4 + 9,68X_2X_3 \\
Y_3 &= 16,11 + 3,12X_1 - 8,51X_2 - 10,69X_3 + 0,49X_4 - 0,49X_2X_4 + 10,69X_2X_3 \\
Y_4 &= 38,76 + 7,48X_1 - 18,19X_2 - 20,37X_3 + 1,52X_4 - 0,26X_1X_4 - 0,73X_2X_4 + \\
&\quad + 20,37X_2X_3 \\
Y_5 &= 88,74 + 0,82X_1 - 13,34X_2 - 16,03X_3 + 1,5X_4 - 0,28X_1X_4 - 0,68X_2X_4 + \\
&\quad + 16,08X_2X_3 \\
Y_6 &= 45,21 - 6,20X_2 \\
Y_7 &= 22,20 - 0,98X_1 - 6,23X_2 + 0,32X_4 - 0,11X_1X_4 - 2,09X_1X_2 \\
Y_8 &= 9,63 + 2,35X_1 - 3,79X_2 - 8,29X_3 + 0,66X_4 - 0,66X_2X_4 + 8,29X_2X_3 \\
Y_9 &= 18,45 + 5,97X_1 - 4,12X_2 - 9,84X_3 + 1,24X_4 - 0,14X_1X_4 - 0,82X_2X_4 + \\
&\quad + 9,84X_2X_3 \\
Y_{10} &= 60,66 + 0,51X_1 - 3,41X_2 - 9,49X_3 + 1,50X_4 - 0,22X_1X_4 - \\
&\quad - 0,85X_2X_4 + 9,49X_2X_3
\end{aligned}$$

Изложенное дает основание утверждать, что полученные зависимости могут быть использованы при регулировании процесса с целью получения необходимых сочетаний выходных компонентов.

#### Литература

1. Фрейдли Г. Н. Применение высших алифатических дикарбоновых кислот и развитие электрохимического производства себациновой кислоты. Сб. «Электросинтез мономеров». М., 1980. 2. Н а л и м о в В. В., Чернова Н. А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., 1965. 3. Миркин Л. А. Канд. дисс. МХТИ, 1964.

АзИСИ

Поступило 27. IX 1980

#### С. И. Садыгзаде, Р. Ч. Чаббарова, Л. А. Миркин, Ю. А. Васильев МОНОМЕТИЛАДИПАТЫН ВЭ ДИЕННИ АНОД КОНДЕНСАЦИЯСЫ ПРОСЕСИНИН ТЕХНОЛОЖИ ГУРУЛМАСЫ

Мәгаләдә монометилладипат вэ диен арасында анод просесинин риязи модели гурулмушдур. Мүәйжән едилмишдир ки, электрохимияви просесә эсасән диенни гатылыгы тәсир едир.

Алынган нәтижеләр һәмни просеси тәэзим етмәжә имкан верир.

#### S. I. Sadikhzade, R. D. Djabarova, L. A. Mirkind, Yu. A. Vasilyev A MATHEMATICAL MODEL FOR THE PROCESS OF ANODE CONDENSATION OF MONOMETHYLADIPINATE AND DIENE

In the present work a mathematical model has been designed for the process of anode condensation of monomethyladipinate and diene. Analytical dependence has been investigated between the parameters of the process and the output of HDA. From the results it is established that diene concentration, amongst all, shows the greatest effect on the electro-chemical process. The obtained dependencies' data may be utilized for controlling the process with the aim of receiving essential constituents of the output components.

М. А. Гюльдуст

#### ПАЛИНСПАСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРОЕНИЯ ПОГРЕБЕННЫХ ПОДНЯТИИ КУРИНСКОЙ ВПАДИНЫ (НА ПРИМЕРЕ МУРАДХАНЛЫ)

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. А. Али-заде)

Палинспастический метод построения или объемное изображение является одним из важных этапов палеотектонического исследования региона и отдельных площадей, где развиты надвиговые или погребенные типы структур. Этот метод исследования дает возможность объемно показать геологическую основу, отобразить в ней ведущую роль дизъюнктивных процессов, характер изменения фации и мощностей накопившихся осадков, что позволяет достаточно полно объяснить закономерности формирования и размещения нефтяных и газовых залежей в разрезе отдельных структур. Исследование строения погребенных поднятий отмеченным методом приобретает важность с той точки зрения, что оно позволяет выяснить конкретные геологические задачи, а именно: условия залегания опорных нефтегазосодержащих горизонтов, размещения тектонических блоков по отношению друг к другу, морфологию магматических и инородных тел при их наличии в разрезе и развитие таковых по структурным этажам как по вертикальному разрезу, так и по горизонтальному плану, что позволяет получить более полную информацию.

В Куринской межгорной впадине надвиговые структуры имеют наибольшее развитие в пределах геоблоков Аджиноурского и между-речья Куры и Иори\*, а погребенные поднятия развиты в пределах Евлах-Агджабединского, Саатлы-Пушкинского и в центральной части Нижнекуринского (структура Кюрсагя и др.) геоблоков.

Одним из характерных погребенных поднятий Куринской межгорной впадины является Мурадханлы, расположенное в Евлах-Агджабединском геоблоке, где в разрезе мезо-кайнозойских отложений установлено наличие нефтегазовых залежей экранированного и выклинивающегося типов. Некоторые вопросы геологии и нефтегазоносности этого месторождения опубликованы в ряде работ [2, 3, 4], однако тектоническое строение, отражающее характер нефтегазораспределения и отвечающее на конкретные вопросы разведки и разработки, на современном этапе пока достаточно не освещено. С этой целью построенные нами палинспастическим методом блок-диаграммы дают возможность выяснить ряд этих вопросов; в первую очередь вопрос о дальнейших поисках залежей нефти и газа по отдельным структурным этажам и тектоническим блокам. Отметим, что перспективы здесь связаны с

\* Анализ ряда поднятий в пределах геоблока между-речья Куры и Иори указанным методом даны в [1].

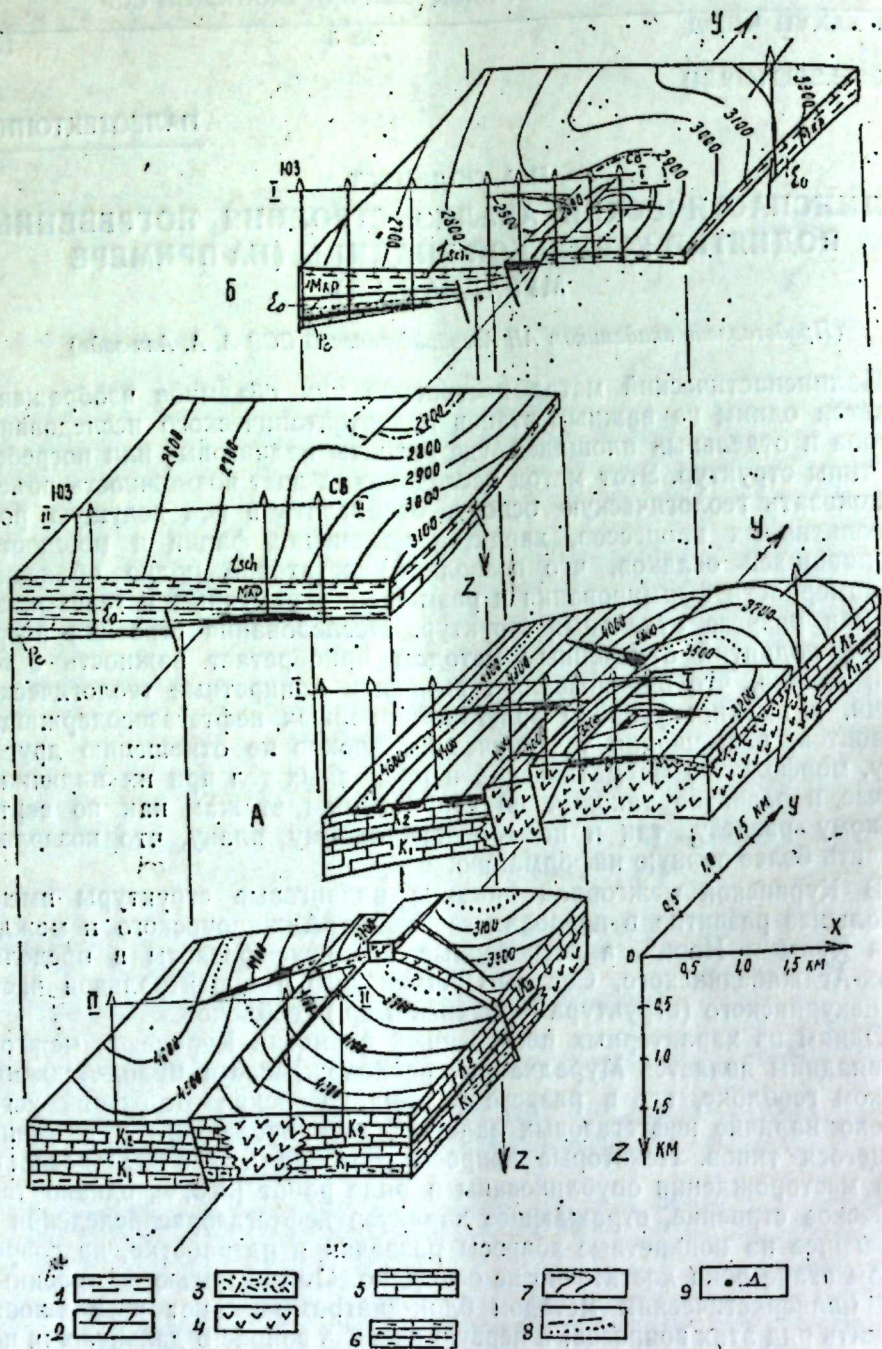


Рис. 1. Блок-диаграммы мелового (А) и палеоген-миоценового комплексов отложений (Б) Мурадханлинского погребенного поднятия: 1—глины; 2—мергели; 3—туфопесчаники; 4—эффузивные породы; 5—известняки; 6—аргиллиты; 7—изоклинии; 8—контуры распространения залежей; 9—разведочные скважины.

мезозойскими (верхний мел), палеогеновыми (эоцен) и миоценовыми (чокрак) отложениями.

В строении Мурадханлы выделяются два резкоотличающихся друг от друга структурных этажа: мезозой-палеогеновый и неоген-антропогеновый. По мезозой-палеогеновым структурным этажам поднятие имеет более сложное и резковыраженное строение, вызванное образованием крупных разрывов (Южно-Куринский и др.) [5] и излиянием лавы—эффузией (амплитуда роста поднятия по верхнемеловым отложениям достигает 1 км). По неоген-антропогеновым структурным этажам строение его более спокойное и обусловлено завершением тектонических процессов (амплитуда роста его по сарматским отложениям доходит до нуля и становится погребенным). Сопоставление блок-диаграммы построенных по положению поверхности меловых и кровли миоценовых (чокракских) отложений (рис. 1, А, Б) дает наглядное представление о строении этих структурных этажей и соответственно о характере их блочности, с которой тесно связано перераспределение и формирование нефтегазовых залежей.

Развитием тектонических движений, район Мурадханлы на фоне Куринской кордильеры подвергается интенсивному подъему [5], приведшему, с одной стороны, к сильной дислокации, обеспечивающей блоковое и ступенчатое строение структуры, а с другой — к размытию пород эффузивного и осадочного облика мелового возраста в центральной — северной ее части. Литолого-петрографический анализ мезозой-палеогеновых пород показывает, что размытие происходило в основном в верхнемеловое и раннее палеогенное время, так как в период досантонского времени накопления осадков верхнего мела эффузивные породы подвергались глубокому размытию, где андезито-порфиритовая эффузия до верхней части палеотипного—андезито-базальтового состава\*\* размывалась, а в раннем палеогене происходит размытие отлагавшихся карбонатных (дат-кампанских) и вулканогенно-осадочных (кампан-сантонского возраста) пород, лишь нижняя часть последних — пачка мощностью 10—35 м, могла сохраниться в пределах центральных опущенных блоков структуры (последние перекрывают размытую поверхность палеотипного состава эффузии).

В верхнеэоценовое время, в связи с усилением темпа воздымания Малого Кавказа и ослаблением тектонических движений, в районе Куринской кордильеры, граница распространения бассейна постепенно расширяется к северу и ранее подвергавшиеся размытию участки перекрываются верхнеэоценовыми и майкопскими отложениями. Перекрывание меловых коллекторов (эффузивных и вулканогенно-осадочных) глинистыми осадками верхнего эоцена и майкопа, как покрывки, сыграли значительную роль в формировании и сохранении здесь залежей нефти и газа.

Нефтегазоносность мезо-кайнозойских отложений Мурадханлы связана с трещиноватыми и поровыми коллекторами как эффузивного состава пород верхнего мела, которые долгое время подвергались гипергенному изменению, так и осадочного образования палеоген-миоцена. Наличие богатых залежей нефти и газа установлено в коллекторах эффузивных и вулканогенно-осадочных пород в разрезе ряда тектони-

\*\* Андезито-бальзатовый состав эффузивных пород по данным исследования калий-аргоновым методом имеет абсолютный возраст 94—96 млн. лет, а андезито-порфиритовый состав 74—76 млн. лет [6].

ческих блоков. Кроме того, промышленный приток нефти получен в пределах юго-западного крыла структуры в разрезе коллекторов, выклинивающихся «нижние»- и среднеэоценовых, а также в центральной части ее — в коллекторах нижнемиоценовых отложений. Следует отметить, что сохранение в центральной части поднятия нижней части вулканогенно-осадочных пород, перекрывающей размытую поверхность палеотипного эффузива, и отсутствие (размытость) этой пачки в разрезе западного тектонического блока, где сохранились молодые типы эффузивных пород, показывает, что периферийные поперечные разрывы (с амплитудой до 400 м) образовались в палеогеновое время, когда флюиды к этому времени могли мигрировать из депрессионной и глубоких частей геоблока и аккумулироваться в коллекторах эффузивных и вулканогенно-осадочных пород в приподнятой части структуры.

Учитывая характер распространения коллекторов мезо-кайнозойских отложений следует отметить, что дальнейшие перспективы связ-

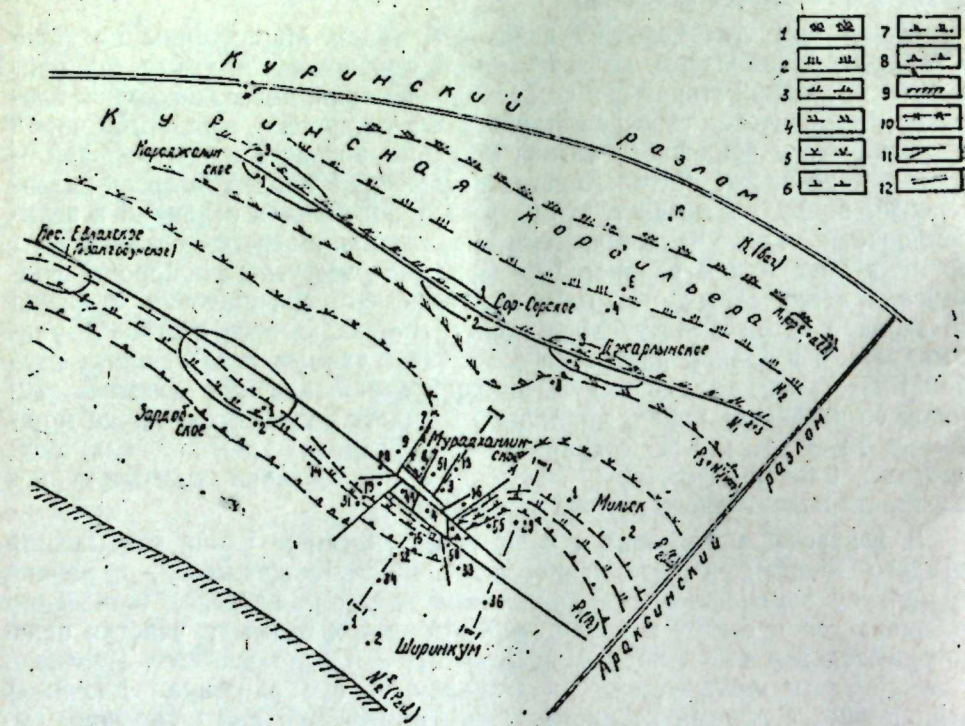


Рис. 2. Схема границ распространения мезокайнозойских отложений и степени дислоцированности в районе Мурадханлы: 1, 2—границы последующего размытия меловых отложений: 1—нижнемеловых; 2—верхнемеловых; 3—9—границы распространения палеоген-неогеновых отложений: 3—сарматских; 4—чокрак-майконских; 5—эоценовых; 6—I и 7—II мергельных нефтегазоносных пачек эоцена; 8—палеоценовых; 9—продуктивной толщи; 10—зона размытия туфогенно-осадочной пачки; 11—разрывы; 12—разломы.

ны с меловыми, карбонатными (маастрихт-кампанского возраста), вулканогенно-осадочными (кампан-сантонского возраста) и эффузивными (молодыми и палеотипными) породами, участвующими в разрезе тектонических блоков юго-западного крыла складки, где пред-

полагается наличие залежей экранированного типа. Коллектора алевритово-мергельных пачек «нижнего» и среднего эоцена, выклинивающихся в пределах присводовой части указанного крыла, следует считать объектами попутного освоения. Последние не только в пределах площади Мурадханлы, но и вдоль северного борта геоблока могут оказаться ловушками для формирования промышленных залежей нефти и газа. Это подтверждается наличием нефтегазоносных коллекторов в зоне выклинивания «нижнего» и среднего эоцена в северо-западной части геоблока. Не исключено, что на этом борту нефтегазоносными могут являться и выклинивающиеся коллектора майконской свиты и чокракского горизонта. Кроме того, из представленных блок-диаграммы и схемы распространения осадков (рис. 1, 2) видно, что в пределах месторождения Мурадханлы зоны выклинивания коллекторов мезокайнозойских отложений и контуры нефтяных залежей в пределах отдельных тектонических блоков структуры, как по площади, так и по разрезу, не соответствуют друг другу, поэтому при проведении дальнейших поисковых работ следует учитывать положения контуров нефтегазоносности и границы выклинивающихся залежей по структурным этажам. А для прослеживания выклинивающихся горизонтов палеоген-миоцена к северо-западу и, возможно, к юго-востоку от площади Мурадханлы целесообразно проведение детальных сейсмических исследований.

#### Литература

1. Агабеков М. Г., Мамедов А. В. Геология и нефтегазоносность Западного Азербайджана. Азербешр, 1960. 2. Али-заде А. А. «Сов. геология», № 1, стр. 16, 1975. 3. Гусейнов А. Н. и др. Нефтегазоносность Среднекуринской впадины и перспективы дальнейших разведочных работ. Обзорная информация. «Нефтедобывающая промышленность», АзНИНТИ, Баку, 1977. 4. Гюльдусть М. А., Панах и Ш. А. «Уч. зап. Азнефтехим», № 4, стр. 3, 1974. 5. Гюльдусть М. А. Роль разломов в формировании Куринской межгорной впадины и их связь с тектогенезом и нефтегазоносностью «ДАН Азерб. ССР», т. XXXV, № 8, стр. 81, 1979. 6. Сафаров Г. И. и др. Труды АзНИПИнефть, вып. 39, стр. 69, 1976.

АзНИПИнефть

Поступило 11. VI 1980

М. Э. Кудлести

#### КУР ЧӨКӘКЛИНИНИ БАСДЫРЫЛМЫШ СТРУКТУРАЛАРЫНЫН (МУРАДХАНЛЫ КИМИ) ПАЛИНСПАСТИК АНАЛИЗИ

Палинспастик тәдқиғат методу вәситәси илә Кур чөкәклинидә басдырылмыш структурни (Мурадханлы кими) гурулушу вә мөвчуд олан структур мәртәбәләринин (мезозой-палеоген вә неоген-антропоген) алағаләри ајдылашдырылып. Нефть ләјләринин формалашмасында тејд олунан структур мәртәбәләринин гурулушуну мүрәккәбләшдирән гурылмаларын ролу әкс етдирилир. Палинспастик тәдқиғат үсүлу басдырылмыш јатағларда нефть вә газ ләјләринин јайылмасын әјани сурәтдә өјрәннб кәшфијјата нешгәмәт вермәк имканы верир.

М. А. Guldust

#### PALINSPASTIC ANALYSIS OF INTERMENT RAISINGS OF KURIAN DEPRESSION STRUCTURE (WITH EXAMPLE OF MURADKHANLY)

In this paper palaeotectonic analysis of interment raisings of Kurian depression (with example of Muradkhanly) by means of palinspastic construction method is given. Structure and correlation of existing structural storeys (mesozoic-paleogene and neogene-anthropogene) are elucidated. The role of ruptures complicating structure of these storeys in the forming of oil-gas deposits are analysed. In connection with this the plan of further search works is recommended.

А. А. БАЯРАМОВ

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ПРИСПОСОБИТЕЛЬНОЙ СУЩНОСТИ  
ВИДОВ *r. Sedum L.*

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

Экологический фон в процессе исторического развития определяет норму реакции, которой обладает растение. Чем разнообразнее были условия в прошлом, тем шире адаптивный потенциал растений в настоящем. Важность этого обстоятельства при интродукции растений впервые обосновал М. В. Культиасов [1]. На необходимость применения исторического принципа при отборе материала для интродукции указывают К. А. Соболевская [2] и другие. Интродукционная работа при этом должна состоять из этапов выявления приспособительной сущности растений и ее исторической обусловленности [2].

Нами сделана попытка в аналитическом плане осветить основные биоморфологические и анатомические особенности видов *r. Sedum*.

Род *Sedum* относится к числу тех групп растений, которые, имея выход анцестральных форм из Южной Африки, основное развитие получил в Северном полушарии [3]. Поэтому представляет интерес, какие основные приспособительные особенности приобрели виды этого рода на Евразийском континенте.

Опуская частные признаки строения, присущие видам рода, остановимся на особенностях в целом, характерных для этой группы.

Последовательность всхода семян обычная для двудольных с надземным типом прорастания, причем, по нашим наблюдениям наряду с обычным типом проростков, т. е. с двумя семядолями у одних и тех же видов могут присутствовать 3—4 или слияния двух в одну семядолю. Семядоли утолщены, причем мезофилл не имеет специализации на столбчатую и губчатую ткани, эпидермис с незначительным числом устьиц, с восковым налетом.

Морфологически первые и последующие листья, в зависимости от вида, схожи или различаются от типичных для каждого вида.

Расположение в зависимости от вида — накрест-супротивное или очередное в  $\frac{2}{3}$  или  $\frac{1}{4}$  листовым циклом.

Анатомическое строение первого и последующих листьев близко к строению семядолей. Эпидермис однослойный. На поперечном срезе клетки эпидермиса удлиненные. Околоустьичные клетки извилистые или волнистые, круциферондного или тетрацитного типа. Число устьиц сильно ограничено до нескольких десятков. Механические ткани в листьях отсутствуют. У всех видов мезофилл листа не имеет специализации на столбчатую и губчатую ткани и состоит из гомогенных паренхиматических клеток. Число слоев клеток мезофилла и их величина определяют степень мясистости и общую морфологию листа.

У растений, идущих по ксерофильному пути развития, усиливающаяся аридизация изменяла в первую очередь органы, находящиеся в прямой зависимости от окружающей среды (эктосоматические органы по А. Н. Северцову [4]). Это в первую очередь лист, являющийся очень пластичным органом и в силу этого чувствительным показателем условий местообитания растений. Данный орган у всех видов рода имел в формировании много общего. Поэтому сравнительное изучение морфоанатомических признаков африканских и американских групп рода показывает однотипность в строении листа этих видов. Надо полагать, что этот орган не претерпел структурных изменений на Евразийском континенте.

Основным изменяющимся органом у видов рассматриваемой группы в Евразии был стебель, на котором остановимся подробнее.

Многообразие местообитаний в пределах ареала у видов исследованных родов образует большое разнообразие типов побегообразования, а в связи с этим и жизненных форм. В отдельных систематических группах прослеживаются морфологические ряды жизненных форм.

Виды исследованных растений представлены как вечнозелеными, так и моноциклическими, то есть, отмирающими зимой надземными побегами и листьями. По типу роста надземных побегов можно выделить виды с плагнотропными и ортотропными побегами.

В начальный период развития все виды имеют ортотропный побег, но уже к концу первого года вегетации у растений с плагнотропным ростом главный стебель под тяжестью нарастающих листьев и боковых ветвей ложится на землю и укореняется в листовых узлах.

У видов с моноциклическими побегами ко времени появления 3-ей, 4-ой пары листьев, корень от границы с гипокотилем утолщается. Это утолщение распространяется постепенно вниз и вверх, затрагивая гипокотиль с частью эпикотиля и придает корню утолщенную, типичную для того или иного вида форму.

Виды с ортотропными побегами образуют кустовидные короткомерные растения с восходящими стеблями.

В анатомическом строении стебля ксероморфная структура у рассматриваемой группы подчеркнута в меньшей степени, чем в листьях. Стебель округлый, эпидермис однослойный, порою двуслойный. Позже образуется пробка 3—5-слойная, под которой выражен пробковый камбий. Коровая часть стебля состоит из гомогенных паренхиматических клеток. Эндодерма и перицикл не у всех видов выражены ясно. Как в стебле, так и в коровой части механические ткани отсутствуют. Проводящая система развита слабо.

Строение стебля видов, обитающих в наиболее теплых районах ареала и не подверженные действию низких температур (Африка, юго-восточная часть Северной Америки), дает нам предположительное представление о форме этого органа до приобретения криофильности.

Группа американских видов *r. Sedum* (при обозначении групп использована терминология Е. С. Смирновой [5]) — монохазальные короткомерные растения в восходящими верхшипорозеточными стеблями (*Sedum palmeri* Swants, *S. rubrotinctum* R. T. Clausen, *S. aolkon* Ulbrich, *S. compressum* Rose) и кустовидные плекохазитные короткомерные растения с восходящими стеблями (*S. trelaesel* Rose, *S. pubbaumerlanum* Bitter, *S. pachyphyllum* Rose, *S. ebraciatum* (Rose) Moc. et Sesse). Все эти виды вечнозеленые в большинстве случаев с ортотропно развивающимися побегами и очередными или

супротивными листьями. Такое же строение стебля наблюдается у всех видов умеренных широт в ювенильной стадии.

Группа с плагнотропными стеблями в Евразии это морфологический тип плейоазиатских длинномерамерных растений с ползучими стеблями. В ювенильной стадии развития эти растения обладают ортотропными побегами. Однако позже они приобретают плагнотропное направление как специфическое приспособление к скальным местобитаниям и низкой температуре. Растение при этом образует в листовых узлах многочисленные корешки как средство к наиболее полному использованию влаги, которая не на долго смачивая скалы, быстро иссушается ветром (*Sedum album* L., *S. acre* L., *S. lenkoganicum* Grossh., *S. gracile* C. A. Mey., *S. reflexum* L. и др.). В этой группе помимо вечнозеленых есть виды с опадающими и частично опадающими в зимнее время листьями. Это продолжающаяся специализация растений по криофильной линии.

Моноцикличность побегов приобретена группой растений, распространенных в наиболее холодных районах ареала. Надо полагать, что среди суккулентов умеренных широт это самая мофидицированная форма криофильной эволюции *S. caucasicum* (Grossh.) Boriss., *S. obtusifolium* C. A. Mey., *S. maximum* (L.) Suter и др.

И, наконец, группа одно-двулетних видов, представляющая конечный этап ксерофильной линии эволюции у этого рода. Это преимущественно небольшие растения с ветвистым от основания стеблем и ортотропными побегами (*Sedum hispanicum* L., *S. appium* L., *S. napium* Boiss и др.). Сравнивая отдельные периоды развития в жизненном цикле у этих растений с многолетними представителями рода можно заметить, что сокращение онтогенеза у этой группы происходило за счет предельного уменьшения виргинильного периода и быстрого перехода в генеративную фазу (ускорения темпов развития), а также практически исчезновения сенильного периода. По мере возрастания неблагоприятных условий организм перестраивался в сторону приспособления к ним.

Неотенические изменения с ранней репродукцией оказались, вероятно, в этих условиях наиболее жизненными, приведшими к возникновению новых линий развития — от многочисленных к одно-двулетним.

Общим для всех исследованных видов признаком является способность цветочного побега или розетки накапливать в себе воду, а затем по мере цветения и созревания семян, отдавая влагу, отмирать. Такая автономизация [6] жизненно-решающего отрезка онтогенеза явилась предельно важным приобретением в условиях нестабильной обеспеченности влагой.

Корневая система рассматриваемой группы, как и суккулентных растений вообще, не отличается глубоким проникновением в почву и развивает поверхностные корни. В первый год главный корень у растений заметен, однако уже к концу первого года развития он теряется в массе сильно развивающихся придаточных. Такое, в основном, поверхностное развитие корневой системы связано с эдафическими условиями скальной жизни, в которых произрастает исследуемая группа.

Общее в анатомическом строении корня рассматриваемых растений — это наличие многослойной пробки, 3—5-слойной коровой паренхимы, незаметный переход от коровой части к стеле, наличие во многих случаях механической ткани в виде уголковой колленхимы или

одревесневших элементов флоэмы, слабое развитие проводящей системы.

Подытоживая особенности приспособительных признаков суккулентов рассматриваемой группы отметим, что основное направление изменений видов р. *Sedum* на Евразийском континенте — приобретение плагнотропности, сокращение онтогенеза, и обретение моноцикличности. Эти приспособительные изменения и позволили поднять общую организацию растений и освоить новые места для своего местобитания. Для растений этой группы такие приобретения явились важными в эволюционном отношении, так как дали начало широкой радиации адаптационных форм, обособившихся затем по континенту на виды, ряды и секции.

#### Литература

1. Культирасов М. В. Эколого-исторический метод в интродукции растений. Бюллетень ГБС, вып. 15. М., 1953.
2. Соболевская К. А. Экспериментальное обоснование эколого-исторического метода интродукции растений природной флоры. Бюллетень ГБС, вып. 81. М., 1971.
3. Байрамов А. А. К географической и морфологической характеристике видов рода *Sedum* L. Деп. ВИНТИ № 2679—74, 1974.
4. Северцов А. Н. Главные направления эволюционного процесса. МГУ, 1967.
5. Смирнова Е. С. Морфологические типы вегетативной сферы растений сем. Crassulaceae. Бюллетень МОИП, вып. 5. М., 1971.
6. Скрипчинский В. В. Эволюция онтогенеза растений. «Наука». М. 1977.

Институт ботаники

Поступило 26. V 1980

А. Э. Байрамов

#### ДОВШАНКЭЛЭМИ (*Sedum* 1) НӨВЛЭРИНИН ЭСАС УЈҒУНЛАШМА МАНИЈҒЭТИ

Мөвчүд шэрәнтә эколожи фон тарихи инкишаф процесиндә биткиләрни ујғулашдығыны мүәјјән едир. Она кәрә дә биткиләрни интродуксия олунмасы заманы онларын мөвчүд шэрәнтә ујғулашма габилитәти вә тарихи шэрәнтә этаплары нәзәрдән гачырылмағалыдыр.

Мәғаләдә аналитик планда *Sedum* чинсинә аид олап нөвләрни биоморфоложи вә анатомик хусусијјәтләри кәстәрилмишидир. Ејин заманда һәмин нөвләрни Авропа вә Асија континентләриндә ујғулашма үчүн газандыгы кејфијјәтләр шәрһ едилди.

А. А. Байрамов

#### THE MAIN FEATURES OF THE ADAPTIVE ESSENCE OF THE SPECIES OF р. SEDUM L.

In the process of historic development the ecological background determines the adaptive potential of the plants. Thus, the introductiонаl work must consist of the stages of the revealing of the adaptive essence of the introduced plants and their historic conditionality. In the article the biomorphological and anatomical peculiarities of the species of р. *Sedum* are set forth in the analytical aspect, and the main adaptive peculiarities acquired by the species of this genus on the Euroasian continent are shown.

УДК 631.48

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Д. Г. ПОНОМАРЕВ, Т. С. ДЖАФАРОВА

**ОПЫТ РАСЧЕТА ЭНЕРГИИ, ПОШЕДШЕЙ НА МИНЕРАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПОЧВ АЛЬПИЙСКОГО МАЛОГО КАВКАЗА**

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР В. Р. Волобуевым)

Ранее было показано, что существует возможность определения потенциала Гиббса и энтропии каждого типа почв, рассчитав их субмодальный состав [2]. Поэтому на основании валовых химических анализов почв, механического анализа, качественного анализа илистой фракции и т. п. можно рассчитать наиболее вероятные минералогические спектры почвообразующей породы, мелкозема или почвы, используя метод определения субмодального состава почв и пород по Ниггли.

Одним из авторов данной статьи было предложено по теплотам элементарных химических реакций минеральной части почвы, теплоте сгорания органического вещества почвы и теплоте, затраченной на суммарное испарение, с известными допущениями, рассчитать количество энергии, пошедшей на почвообразование, используя для этого следствия закон Гесса [3]. Таким образом, зная количественные составы материнской породы и минералов в почве; можно подсчитать, сколько энергии было затрачено на образование вторичных почвенных минералов.

Согласно В. В. Докучаеву, почва, ее генезис и свойства находятся в тесной связи, т. е. почва являясь самостоятельным природным телом, есть функция совокупной деятельности почвообразующих факторов:

$$P = f(K, O, G, B, M),$$

где  $P$  — почва,  $K$  — климат,  $O$  — организмы (биологический фактор),  $G$  — горные породы,  $B$  — возраст,  $M$  — рельеф. Причем, необходимо отметить, что объектами наших исследований являются природные (естественные) ценозы, т. е. не затронутые деятельностью человека.

Допустим, что входящие в данную формулу почвообразующие факторы попеременно изменяются, а остальные остаются неизменными. Например, пусть переменной величиной является биологический фактор (организмы), а климат, горные породы, возраст, рельеф — неизменными.

Задачей наших исследований является расчет количества энергии, затраченной на минеральные преобразования, например, под воздействием различных видов растительности, но при одной и той же материнской породе, примерно одного и того же возраста, при одних и тех же климатических условиях.

Для этой цели рассмотрим влияние низшей и первичной высшей растительности на кварцевый порфирит Малого Кавказа, а также влия-

Таблица 1

Субмодальный минералогический состав порфиритов Малого Кавказа и мелкозема под скально-осыпной растительностью

№ образца	Образец	Гу-мус, %	Минералы, %													
			SiO <sub>2</sub>	Ал	Ан	Ор	Гп	Фа	Фс	Дс	Сф	Мн-г	Ит	Кл	Рт	Гм
1а	Кварцевый порфирит	Нет	41,2	14,2	4,2	16,9	5,1	2,0	4,1	14,9	0,4	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
1б	Мелкозем под листовым лишайником	2,15	50,3	7,3	1,9	7,2	1,2	1,0	2,1	10,2	Нет	6,0	1,7	7,7	0,2	3,5
2а	Кварцевый порфирит	Нет	39,1	14,2	7,2	13,4	5,1	2,0	3,8	14,6	0,6	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
2б	Мелкозем под драбой	7,95	29,3	6,8	2,8	6,1	1,2	Нет	2,1	5,0	Нет	11,9	3,3	19,9	0,2	3,0
3в	Мелкозем под менуацей	7,98	30,3	6,6	2,5	6,3	1,4	Нет	2,2	4,0	Нет	12,5	2,6	18,5	0,2	4,5

Примечание. SiO<sub>2</sub> — кварц, Ал — альбит, Ан — анортит, Ор — ортоклаз, Гп — гипс, Фа — фаялит, Фс — форстерит, Дс — дистен, Сф — сфен, Мн-г — монтмориллонит, Ит — итальит, Кл — каолинит, Рт — рутил, Гм — гематит, Хл — хлорит, Р. об. — роговые обманки, Гт — гетит.

ние травянистой растительности на близкий по минералогическому составу диабазовый порфирит.

Как видно из данных табл. 1, в результате воздействия листоватых лишайников (обр. 1, б), кварцевый порфирит претерпел значительные изменения, но особенно сильно изменилась эта материнская порода под воздействием первичной высшей растительности (драб и менуация, обр. 2, б и 2, в).

Таблица 2

Субмодальный минералогический состав породы и примитивных фрагментарных горно-луговых почв Малого Кавказа

Образец	Гумус, %	Частицы < 0,001 мм	Минералы, %											
			SiO <sub>2</sub>	Al	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	OP	Гп	Хл	Р.об	Дс	Уп-г	Цг	Кл	Гг
Порода (диабазовый порфирит)	Нет	Нет	43,5	8,7	2,6	8,7	9,9	3,4	3,5	20,7	Нет	Нет	Нет	Нет
Рухляк	Нет	Нет	46,9	6,3	1,8	6,1	7,7	1,0	1,5	19,4	3,0	1,1	4,4	0,5
Слой почвы 0—25 см	9,4	9,0	36,9	Нет	Нет	1,7	7,0	1,1	1,9	16,3	3,9	2,1	13,7	1,0

Примечание. Обозначения те же, что и в табл. 1.

Расчеты показали, что на образование мелкозема под низшей растительностью (лиственный лишайник) было затрачено на минеральные преобразования 6 ккал на 100 г мелкозема для слоя 0—1 см, в то время как при тех же условиях почвообразования (климат, порода, возраст, рельеф) на образование мелкозема мощностью до 5 см под первичной высшей растительностью было затрачено 85—90 ккал на 100 г мелкозема, следовательно на образование 1 см мелкозема в этом случае затрачено 17—18 ккал на 100 г мелкозема.

В табл. 2 приведен вероятный минералогический состав примитивных фрагментарных горно-луговых почв, развитых на диабазовых порфиритах под травянистой растительностью. Из данных этой таблицы видно, что под влиянием травянистой растительности образовался уже двадцатипятисантиметровый слой почвы, с высоким содержанием гумуса, особенно в гумусо-аккумулятивном слое мощностью 8 см (до 16,5%).

Расчеты энергии, которая пошла на минеральные преобразования, показали, что на образование двадцатипятисантиметрового слоя примитивных горно-луговых почв было затрачено 210 ккал на 100 г почвы. Если на минеральные преобразования рухляка было затрачено 3 ккал, то для односантиметрового слоя нижнего почвенного горизонта израсходовано уже 7,5 ккал, а на тот же слой верхнего гумусо-аккумулятивного слоя — 10,2 ккал. С учетом энергии, аккумулированной в гумусе [1], общая затраченная энергия равна 260 ккал на 100 г почвы. Опад травянистой растительности (20 ц/га), включаясь в общий круговорот веществ, способствует интенсивному образованию вторичных минералов.

Следовательно, под влиянием разных типов скально-осыпной растительности происходит неравнозначное воздействие на материнскую по-

рочу такого фактора, как биологический, причем под травянистой растительностью минеральные преобразования примерно за тот же период времени (один и тот же возраст) протекают более интенсивно и соответственно большее количество энергии участвует в минеральных преобразованиях, чем под скально-осыпной.

#### Литература

1. Алнев С. А. Биоэнергетика органического вещества почв. «Элм». Баку, 1973.
2. Волобуев В. Р., Пономарев Д. Г. «Почвоведение», № 1, 3—13, 1977.
3. Пономарев Д. Г. В сб. «Исследования по биоэнергетике в Азербайджане». «Элм». Баку, 1979.

Институт почвоведения и агрохимии

Поступило 16. VI 1980.

Д. Г. Пономарев, Т. С. Чэфарова

#### КИЧИК ГАФГАЗЫН АЛП ГУРШАҒЫ ТОРПАГЛАРЫНДА ТӨРӨМӨ МИНЕРАЛЛАРЫН ЈАРАНМА ЕНЕРЖИСИНИН ҺЕСАБЛАНМАСЫ

Мәғаләмә Гессе гапунундан истифадә етмәклә төрәмә минералларын јаранмасына сәрф едилән енержиниң илки һесаблама нәтижәләриндән бәһс едиләр.

Мүәјјән едилмишдир ки, алп гуршағы торпағларында төрәмә минералларын әмәлә кәлмәснә ибтидан биткиләр (јарпағлы шибјә 0—1 см гатда) 6 ккал, алп биткиләри һәсә (0—5 см гатда) 85—90 ккал енержи сәрф етмәли олурлар. Демәли ибтидан биткиләрә һисбәтән али биткиләрдә торпағәмәлә кәлмә процесинә тәсир даһа күчлү кедир.

D. G. Ponomarev, T. S. Jafarova

#### THE PRACTICE OF ESTIMATION OF THE ENERGY USED FOR MINERAL TRANSFORMATIONS OF THE SOILS OF ALPINE ZONE OF THE SMALL CAUCASus

The possibility of estimating of the energy spent for mineral transformation of the formal mineral to the second one is shown.

Чл.-корр. С. А. АЛИЕВ, Н. М. РЗАЕВ

### ВЛИЯНИЕ ДЫХАНИЯ ПОЧВЫ НА ФОТОСИНТЕЗ ХЛОПЧАТНИКА НА СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВАХ МУГАНСКОЙ СТЕПИ

Углекислый газ, содержащийся в атмосфере в незначительном количестве (около 0,03 об. %), является основным источником углекислотного питания и фотосинтетической деятельности растений. Значение углекислоты воздуха для растений в процессе фотосинтеза впервые экспериментально обосновал Тимирязев [9], позднее — Циалковский [10] и Келлер [4]. Влиянию углекислоты на фотосинтетическую деятельность и продуктивность растений посвящены работы многих авторов [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8]. Вместе с этим, концентрация углекислоты в атмосферном воздухе не является постоянной и в период интенсивного фотосинтеза растений в приземном слое может резко снижаться.

Одним из важных источников пополнения углекислоты приземного слоя атмосферы является непрерывное выделение углекислоты из почвы — газообмен или «дыхание» почвы.

Для повышения продуктивности растений первостепенное значение имеет изучение роли «дыхания» почвы как источника углекислого газа и разработки приемов регулирования режима углекислоты почв и окружающего растения приземного слоя воздуха. Для изучения вопроса о влиянии интенсивности дыхания почвы на концентрацию углекислого газа в приземном слое воздуха и на продуктивный фотосинтез хлопчатника нами проведены обстоятельные исследования на сероземно-луговых почвах Муганской степи (МОНС — Муганская опытно-мелниоративная станция).

Исследуемые сероземно-луговые почвы, развитые на свежих, недавно отложенных аллювиальных наносах, при отсутствии длительного застоя поверхностных вод, характеризуются монотонным профилем и малой гумусностью. Содержание гумуса в 0—20 и 20—40-сантиметровом слоях соответственно составляет 2,33 и 1,40%, азота — 0,19 и 0,17, C:N=7,1 и 4,2. Питательными элементами почвы бедны и отзывчивы к минеральным удобрениям. Для них характерна высокая карбонатность и насыщенность основаниями.

Климат Муганской степи относится к типу полупустынь и сухих степей со слабым увлажнением, теплой зимой и сухим жарким летом [11]. Среднегодовая температура равна 14,0°, годовое количество осадков составляет 246 мм, которые преимущественно выпадают в весне осенний период. В течение года поступает огромное количество солнечной радиации — 126—130 ккал/см<sup>2</sup>, а число солнечного сияния колеблется в пределах 2 200—2 300 ч [11].

Продуктивный фотосинтез и дыхание растений, а также концентрация углекислого газа в приземном слое атмосферы, интенсивность газо-

обмена определяли по методу Макарова [5] в 6 ч 30 мин, 9 ч 30 мин, 12 ч 30 мин, 15 ч 30 мин, 18 ч 30 мин. по фазам развития растений в течение вегетационного периода. Фотосинтез и дыхание растений изучены на целых растениях при помощи стеклянного домика объемом 50 л [5].

По вопросу продуцирования углекислоты почвой под различными угодьями существует довольно обширная литература [6, 5, 7]. Продуцирование углекислоты почвой изменяется в зависимости от характера растительности и приемов агротехники.

Режим углекислоты приземного слоя воздуха, дыхание почвы и продуктивный фотосинтез хлопчатника (средние данные за вегетационный период)

Варианты опыта	Время, ч и мин.	Концентрация CO <sub>2</sub> , об. %			Дыхание почвы, CO <sub>2</sub> кг/га·ч	Продукт фотосинтеза растений, CO <sub>2</sub> кг/га·ч
		в припочвенном воздухе	внутри куста	над растением		
Контроль	6.30	0,050	0,031	0,035	5,9	8,1
	9.30	0,048	0,027	0,036	6,9	6,3
	12.30	0,043	0,036	0,036	7,9	4,2
	15.30	0,051	0,040	0,040	8,1	5,8
	18.30	0,049	0,033	0,040	7,5	6,6
N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>100</sub>	6.30	0,057	0,041	0,040	6,9	12,2
	9.30	0,062	0,034	0,043	8,4	9,2
	12.30	0,059	0,043	0,042	10,3	6,7
	15.30	0,064	0,048	0,048	10,1	8,7
	18.30	0,058	0,044	0,046	9,3	9,5
N <sub>200</sub> P <sub>200</sub> K <sub>150</sub>	6.30	0,057	0,048	0,051	7,7	11,5
	9.30	0,052	0,045	0,052	9,0	9,0
	12.30	0,060	0,051	0,056	10,7	6,6
	15.30	0,055	0,046	0,050	10,7	8,3
	18.30	0,058	0,049	0,055	9,4	9,1
N <sub>250</sub> P <sub>250</sub> K <sub>200</sub>	6.30	0,058	0,049	0,052	7,5	11,1
	9.30	0,051	0,042	0,045	8,8	8,9
	12.30	0,061	0,053	0,055	10,6	6,6
	15.30	0,058	0,049	0,062	10,3	8,4
	18.30	0,060	0,051	0,057	9,4	9,0
N <sub>150</sub> P <sub>150</sub> K <sub>100</sub> +20 т/га навоз	6.30	0,088	0,066	0,071	14,6	13,4
	9.30	0,075	0,058	0,056	13,9	10,2
	12.30	0,093	0,070	0,075	16,6	7,5
	15.30	0,085	0,076	0,070	17,5	9,5
	18.30	0,106	0,084	0,074	16,5	10,3

На сероземно-луговых почвах Северной Мугани, занятой под хлопчатником, интенсивность дыхания почвы колеблется в довольно широких амплитудах: от 5,9 CO<sub>2</sub> до 17,5 кг CO<sub>2</sub>/га·ч.

Результаты проведенных исследований показали, что минеральные удобрения и навоз являются эффективными факторами усиления интенсивности выделения углекислоты из почвы в результате газообмена. Под влиянием минеральных удобрений N<sub>200</sub> P<sub>200</sub> K<sub>150</sub> хлопчатник, например, лучше обеспечивается углекислотой, поскольку количество ее, выделившееся из почвы в результате газообмена, возрастает до 7,7—



10,7 кг  $\text{CO}_2/\text{га}\cdot\text{ч}$ , тогда как под неудобренным хлопчатником дыхание почвы снижается до 5,9—8,1 кг  $\text{CO}_2/\text{га}\cdot\text{ч}$ . (таблица).

Замечательным углекислотным удобрением является навоз. Совместное внесение в почву навоза и минеральных удобрений особенно резко усиливает процесс газообмена: 14,6—17,5 кг  $\text{CO}_2/\text{га}\cdot\text{ч}$ , так как улучшаются условия минерального питания растений и усиливается образование углекислоты почвенными микроорганизмами.

Данные по динамике дыхания почвы в течение дня показывают, что интенсивность продуцирования углекислоты почвой последовательно возрастает с увеличением температуры воздуха и почвы за период 6 ч. 30 мин. — 15 ч. 30 мин, когда в ней активизируются биохимические процессы. После полудня, к вечеру (18 ч. 30 мин) температура почвы снижается и постепенно ослабевает дыхание ее. Подобная динамика дыхания почв отмечена нами и на сероземно-луговых почвах Ширванской степи [1].

Сопоставление данных по дыханию почвы и продуктивному фотосинтезу в период активного развития растений (таблица) свидетельствует о том, что за счет дыхания почвы выделяется такое количество углекислого газа, которое в основном превышает показатели продуктивного фотосинтеза растений.

Сопряженные наблюдения за режимом углекислоты приземного слоя воздуха и продуктивного фотосинтеза растений показали, что содержание углекислоты в приземном слое воздуха, особенно в слое, который окружают растения и где непосредственно происходит фотосинтез, подвержено резким колебаниям. Наиболее значительное снижение концентрации углекислоты в ярусе растений (внутри куста) отмечается в утренние (6 ч 30 мин — 9 ч 30 мин) и послеполуденные (15.30 — 18.30) часы, когда углекислота приземного слоя воздуха интенсивно используется растением в результате энергичного фотосинтеза. В утренние часы, особенно в 9 ч 30 мин, концентрация углекислоты внутри куста растений, по сравнению с ее содержанием в припочвенном воздухе, снижается от 16 до 82%.

Концентрация углекислоты в ярусе растений хлопчатника возрастает в 12 ч 30 мин — 15 ч 30 мин, когда снижается активность фотосинтетического аппарата растений и увеличивается интенсивность дыхания почвы.

Наблюдающийся дефицит по содержанию углекислоты в ярусе хлопчатника снижает ассимиляцию растений, вследствие чего сельское хозяйство получает заниженные сборы урожая хлопчатника. В связи с этим одной из центральных задач агротехники хлопчатника является разработка приемов, с помощью которых можно было бы регулировать режим углекислоты в приземном слое атмосферы.

Наблюдения над режимом углекислоты в приземном слое атмосферы на поле под хлопчатником показали, что минеральные удобрения и навоз являются важными источниками повышения концентрации углекислоты в приземном слое воздуха и воздействия на процессы фотосинтеза растений. Так, если на удобренном варианте хлопчатника концентрация углекислоты в ярусе растений в период энергичного фотосинтеза составляет 0,027—0,040 об.% и продуктивный фотосинтез 4,2—8,1 кг  $\text{CO}_2/\text{га}\cdot\text{ч}$ , то на фоне минеральных удобрений  $\text{N}_{150} \text{P}_{150} \text{K}_{100}$  концентрация углекислоты возрастает до 0,034—0,048 об.% и продуктивный фотосинтез возрастает до 6,7—12,2 кг  $\text{CO}_2/\text{га}\cdot\text{ч}$ .

Полученные нами данные показывают, что дальнейшее повышение

доз вносимых минеральных удобрений не способствует росту продуктивного фотосинтеза хлопчатника. Особенно высокие дозы минеральных удобрений  $\text{N}_{250} \text{P}_{250} \text{K}_{200}$  способствуют в некоторой степени подавлению продуктивного фотосинтеза (таблица).

Наилучшим дополнительным источником углекислоты является навоз, который при совместном внесении с минеральными удобрениями в дозе  $\text{N}_{125} \text{P}_{125} \text{K}_{100} + 20$  кг/га обогащает приземный слой воздуха углекислотой, в результате чего в ярусе растений содержание углекислоты возрастает до 0,058—0,084 об.%, что благоприятствует усилению продуктивного фотосинтеза до 7,5—13,4 кг  $\text{CO}_2/\text{га}\cdot\text{ч}$ .

Повышенная концентрация углекислоты влияет тем сильнее, чем лучше другие условия развития хлопчатника (свет, температура, минеральное питание, водоснабжение и др.).

Полученные нами результаты достаточно четко показывают, что навоз является хорошим источником удобрения растений не только азотом и зольными элементами, но и углекислотой, которая освобождается в больших количествах при его минерализации.

#### Литература

1. Алиев С. А., Рзаев Н. М. «Изв. АН Азерб. ССР, серия биол. наук» № 1, 41—44, 1973.
2. Дьяконова К. В. «Почвоведение», № 10, 86—92, 1957.
3. Келлер Б. А. Основы эволюции растений. Изд. АН СССР, 1948.
4. Константинов Л. М. Влияние углекислоты на рост и развитие растений. Сельхозгиз, 1950.
5. Макаров Б. И. «Почвоведение», № 2, 85—87, 1955.
6. Ничипорович А. А. Световое и углеродное питание растений. (Фотосинтез). Изд. АН СССР, 1955.
7. Рзаев Н. М. «ДАН Азерб. ССР», № 7 64—67, 1970.
8. Самохвалов Г. К. Новое об углеродном питании растений. Харьков, 1952.
9. Тимирязев К. А. Жизнь растения. Сельхозгиз, 1949.
10. Циолковский К. Э. Растения будущего. Животное космоса. Самозарождение. Калуга, 1929.
11. Шихлинский Э. М. Климат Азербайджана. Изд-во АН Азерб. ССР. Баку, 1968.

Институт почвоведения и агрохимии

Поступило 3. VI 1980.

С. Э. Алиев, Н. М. Рзаев

#### МУҒАН ДҮЗҮНҮН БОЗ-ЧЭМЭН ТОРПАГЛАРЫНДА ГАЗ МҮБАДИЛӘСИННИ ПАМБЫҒЫН ФОТОСИНТЕЗ ПРОСЕСИНӘ ТӘСИРИ

Муған дүзүнүн боз-чәмән торпагларында газ мүбадиләсинин интенсивлигинин јер сәтһинә јакын гатында карбон газынын кәсафәтинә вә мүхтәлиф минерал вә үзвн күбрәләр фонунда памбығ биткисинин мәһсулдар фотосинтез просесинә тәсири өјрәнилди.

Мүәјјән едилмишдир ки, минерал күбрәләр вә пејин торпагла атмосфер арасында кәдән газ мүбадиләсинин шиддәтләндирән, атмосферин јер сәтһинә јакын гатында карбон газынын кәсафәтлигини вә памбығын мәһсулдар фотосинтез просесинин јүксәлдән тох эффектли амилләрдир.

Тәдигатларымыз кәстәрди ки, һаванын јер сәтһинә јакын, хүсусән биткисин биләвагитә әһәтә едән (битки јарусунда) гатында интенсив фотосинтез просеси кәдән дөврдә карбон газынын мигдары кәскин дәјишмәләрә мәруз галыр. Бу вахт (6<sup>30</sup>—9<sup>30</sup>) битки јарусунда карбон газынын мигдары биләвагитә торпаг сәтһинә јакын гата инсәбәтән 16% дән 82%-ә кими азалыр.

S. A. Aliev, N. M. Rzaev

#### INFLUENCE OF SOIL RESPIRATION ON PHOTOSYNTHESIS IN COTTON ON GREY-MEADOW SOILS OF MUGAN STEPPE

Mineral fertilizer was found to be an important source for increasing the concentration of carbonic acid in earth air and the influence of photosynthesis processes in cotton.

Н. М. ИСМАИЛОВ, Ф. Ю. КАСУМОВ, Ш. А. АХМЕДОВА

### ЭФИРНОЕ МАСЛО ТИМЬЯНА ТРАУТФЕТТЕРА

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

Род Тимьян-*Thymus L.* является одним из крупнейших родов сем. губоцветных. Его представители широко распространены и в Азербайджане (21 вид) [11]. Характерной особенностью рода является его полиморфизм, а также наличие большого числа эндемичных видов, что свидетельствует о большом потенциале видообразовательных процессов.

Чабрецы обладают лекарственными, пряно-ароматическими и парфюмерными свойствами. Однако единичные виды данного рода (*T. обыкновенный*, *T. ползучий*, *T. капитатус*) изучены в этом отношении детально и применяются в соответствующих производствах [9, 11].

Исследователями за последние 10—15 лет проведена большая работа по изучению полезных свойств чабреца. Выявлено, что многие виды перспективны для практического применения. Так, исследованиями Т. П. Хорт [14] обнаружено, что 3 вида тимьяна Крыма обладают антимикробными свойствами. По данным М. Т. Бгажба [1], *T. кавказский*, *T. закавказский*, *T. буша* обладают антисептическими, гельминтицидными и отхаркивающими свойствами.

Многие виды тимьяна известны как пряно-ароматические. Так, *T. холмовый*, *T. байкальский* рекомендованы при обработке рыбы, *T. маршалла* для применения в консервной и кондитерской промышленности [9].

Об эфирном масле, динамике накопления его и возможности практического применения *T. заревшанского* отмечает К. Х. Ходжиматов [12]. Физико-химические свойства и главные компоненты масла тимьяна кочи даны в работе А. И. Хримлян [15]. По Ш. Кутателадзе, И. Лачавили [8], *T. холмовый*, *T. монетный*, *T. закавказский* имеют в надземной части 0,1—0,6% эфирных масел, обладающих линалооловым, тимольным разнообразием ароматов.

В связи с тем, что дикорастущие виды Тимьяна обладают внутривидовым полихимизмом, придающим им различный аромат и вкус, для получения однородного материала во многих странах стали их культивировать. Так, венгерские авторы Л. Хорнок, Д. Фельдешн, Е. Сас [13] изучили возможность выращивания *T. душистого* (*Th. vulgaris L.*).

В. С. Соколов, Р. А. Буйко, А. Е. Гращенков [10] в числе интродуцированных ароматических растений отмечают и *T. ползучий*, дающий с 100 м<sup>2</sup> 14 кг надземной массы. Этот тимьян входит в рецептуру «Русского бальзама». Г. А. Дрозд, К. Е. Корещук, Н. С. Фурса [2], выявив высокотимольные хемотипы *T. двуформенного*, проводили первичные опыты по его выращиванию.

Изучая эфирные масла некоторых видов рода тимьян флоры Азербайджана — *T. кочи*, *T. закавказского* и др. Н. Л. Гурвич [3] обнаружил большое разнообразие ароматов эфирных масел внутри вида, обладающего хеморасами. В связи с этим она указывает на возможности различного практического применения чабрецов, в частности *T. кочи*, которого очень много в Нахичеванской АССР.

В течение нескольких лет нами изучаются химический состав и полезные свойства эфирных масел видов тимьяна из флоры Азербайджана. Было показано, что эфирные масла *T. монетного*, закавказского, кочи, карамарьянского имеют разнообразный аромат, обладают антимикробными свойствами и могут применяться в медицине и парфюмерии.

Одним из интересных видов тимьяна, заслуживающего изучения, является эндемичный вид *T. траутфеттера* — *Th. trautvetteri Klok et Shost*, имеющий узкий ареал и встречающийся в засушливой части Талыша — в Зуванде.

Этот тимьян — беловойлочный полукустарничек, без лежачих побегов, достигающий высоты 10—15 см. Листья — яйцевидные, соцветия — головчатые, венчик с белой трубкой. Произрастает на щебенистых склонах, в основном в среднем горном поясе. Цветет в мае — июле, плодоносит в июле—августе.

Тимьян траутфеттера встречается в верхней горной зоне в составе растительности скал южного склона, где скальные формации занимают значительные площади. В составе растительности Зуванда, в зоне 1800—2500 м, он встречается в задерненных местах южных склонов с астрагалами. Кроме того, он часто встречается среди растительности каменистых склонов.

Наши поездки в Лерикский и Ярдымлинский район в 1977—1978 гг. дали возможность выявить большие площади в средне-горной зоне, занятые *T. траутфеттера*. Местами он образует небольшие изреженные заросли. В случае надобности заготовки этого вида в указанных районах возможны.

Надземную часть этого тимьяна жители Талыша используют в лечебных целях при болях в желудке, как отхаркивающее, а также для ароматических ванн и припарок.

Наши наблюдения в природе показали, что образцы *T. траутфеттера*, собранные в окрестности сел. Люлекерана и Пирасура, имели различный аромат, с преобладанием гераниолового, лимонного, розового запаха. Разнообразие аромата могло происходить от наличия морфологически отличимых вариаций, дающих, возможно, различный аромат, а также от наличия хеморас.

Растения с гераниоловым или линалооловым ароматом попадались нам на щебенистых, галечниковых и на закрепленных местах. Часто в одних и тех же местообитаниях встречаются кусты с разными ароматами, тесно соприкасавшиеся друг с другом.

Нам было интересно исследовать состав эфирного масла этого тимьяна, обладающего различными оттенками аромата, тем более, что до сих пор компонентный состав масла и его полезные свойства не были изучены.

Материал для анализа был собран в 1978 г., в окр. сел. Люлекеран во время цветения. Эфирное масло, полученное гидродистилляцией из надземных частей *T. траутфеттера* представляло собой легкоподвиж-

ную жидкость лимонно-желтого цвета с сильным гераниолово-розовым ароматом. Выход масла из надземной части растения составлял 0,90—0,95%, уд. вес  $D_4^{20}$  0,9136,  $n_D^{20}$  1,4725 к. ч.—1,9281, э. ч.—32,56, э. ч. п. а.—219,83.

Газожидкостной хроматографией (ЛХМ—8МД) в масле установлено около 60 компонентов. Условия проведения анализа: газ-носитель — гелий, скорость потока 6 мл/мин, Савбавах 20 м, ПЭГ мол. вес 20 000. Размеры капиллярной колонки: длина — 50 м, внутренний диаметр — 0,25 мм, т-ра испарителя 200°, колонки 70—180°, по 2° в 1 мин. Проба масла 0,1 мкл, сборс 1/60, самописец 1 мв, вбум 240 мм/ч, ДИП v—10—11 А. Идентификация компонентов осуществлялась посредством ввода известных веществ и по времени удерживания [7].

В результате удалось идентифицировать 15 компонентов. Из них наибольшим содержанием обладают следующие: гераниол—10,61%, линалол—9,68%, борнеол—9,41%, геранилацетат—6,32%. Сравнительно в меньшем количестве имеются карнофиллен—2,86%, бизаболоол—2,82%, окись карнофиллена—2,45%, тимол—2,40%, лимонен—2,10%, далее мирцен—1,22%,  $\alpha$ -пинен—0,86%, п-цимол—0,62%, сабинен—0,18%, камфен—0,16%,  $\beta$ -пинен—0,12%.

Полученные образцы эфирных масел Т. траутфеттера прошли дегустацию в Совете парфюмеров Союзпарфюмерпрома Минпищпрома СССР (1978) (3,6 балла). ВНИИСНДВ и в Московском производственном объединении косметической промышленности «Свобода» (1978 г.). По их заключению, эфирное масло Т. траутфеттера с гераниоловой нотой может быть использовано при изготовлении отдушек для мыльнокосметических и зубных средств.

Эфирное масло Т. траутфеттера испытано Г. Г. Ибрагимовым на ряде микроорганизмов на кафедре микробиологии Азгосмединститута. В отношении золотистого стафилококка и антракоида разведение масла 1:2, 1:3, 1:4, в спиртовом растворе через 20 мин оказывает бактерицидное действие. В контрольном опыте (без масла) при всех разведениях обнаруживался сплошной рост.

Возбудитель мадурикоза через 10 мин при всех разведениях культуры терял свою жизнеспособность и высев давал отрицательный результат, а в контрольном опыте микробы гибли через 20—30—60 мин.

Эфирное масло имеет фунгицидное действие на кандиду альбиканс и возбудителя нокардиоза. При всех разведениях после 10 мин они теряли свою жизнеспособность. В контрольном опыте же они гибли при разведении спирта 1:2 через 30 и 60 мин соответственно.

После установления полезных свойств мы проводили первичные опыты по выращиванию Т. траутфеттера на Апшероне. Живые кусты, привезенные из Лерикского района (сел. Люлекераи) в мае 1977 г., были посажены на участке Ботанического Сада г. Баку на трех грядках (6 кв. м—2×3) по 18 кустов. В 1978 г. кусты росли при поливе (два раза в неделю), имели зеленую надземную массу, проходили отдельные фенофазы. Полное цветение растений наблюдалось в конце июня. Во время цветения собранная надземная масса с 10 кустов составляла 550 г. Выход эфирного масла—0,5—1,0%. Было выяснено, что Т. траутфеттера в условиях Апшерона растет и развивается, но дает меньшую урожайность надземной массы по сравнению с естественными условиями обитания и с несколько большим выходом эфирного масла.

## Литература

1. Бгажба М. Т. Растительные ресурсы Абхазии и их использование. Изд. Алошара. Сухуми, 1964.
2. Дрозд Г. А., Корещук К. Е., Фурса Н. С. Новые культуры в народном хозяйстве и медицине. Мат. и/конф., ч. 1. Киев, 1976.
3. Гурвич Н. Л. Труды «Эфирномасличное сырье и технология ЭМ», вып. 1. Изд. Пищепром. М., 1968.
4. Касумов Ф. Ю., Алиев Н. Д., Ибрагимов Г. Г. «Изв. АН: Азерб. ССР, серия биол. наук» № 2, 1977.
5. Касумов Ф. Ю., Исмаилов Н. М. «Масло-жировая пром.», № 4 М., 1975.
6. Касумов Ф. Ю., Алиев Н. Д., Аббасов Р. М. «Изв. АН Азерб. ССР, серия биол. наук», № 4, стр. 3—8, 1977.
7. Касумов Ф. Ю. Тез. докл. XII науч. сессии бот. садов Закавказья по вопросам: «Интродукции и акклиматизации растений, декоративного садоводства озеленения городов, населенных пунктов». Изд-во «Элм». Баку, 1976.
8. Кутателадзе Ш., Лачашивили И. Дикорастущие эфирносы Грузии. Изд. «Сабчота Сакартвело», Тбилиси, 1968.
9. Суржика Н. С. Пряно-ароматические растения СССР и их использование в пищ. пром-ти. М., 1963.
10. Соколов В. С., Буйко Р. А., Граченко А. Е. Herba Hung. т. 11, № 3, стр. 47—64, 1972.
11. Флора Азербайджана, т. VII, стр. 470—591. Изд-во АН Азерб. ССР. Баку 1954.
12. Ходжиматов К. Х. Актуальные проблемы изуч. ЭМ растений и ЭМ. Кишинев, 1970.
13. Хорнок Л., Фельдешин Д., Сас Е. Herba Hung. т. 14, № 2—4, стр. 47—65, 1975.
14. Хорт Т. П. IV международный конгресс по ЭМ, т. 11, стр. 206—208. Тбилиси, 1968.
15. Хримлян А. И. Бюлл. бот. сада АН Арм. ССР, № 10 стр. 72—85, 1951.

Институт ботаники

Поступило 10. XII 1979

Н. М. Исмаилов, Ф. Ю. Касумов, Ш. А. Эмэдова

### ТРАУТФЕТТЕР КЭКЛИКОТУНУН ЕФИР ЈАҒЫ

Эндемик битки *Thymus trautvetteri* Klok. et Shost ефир јагы (0,95% гурӯи Ҷерӯсту Һиссада). Газ-маје хроматографија усулу илә тәдғиг олунараг тәркибиндә 60 компонент муәјҗән едилмишдир. Онлардан 15-и тәҗин едилмишдир. Эсас компонентлар: кераниол—10,61%, линалол—9,68%, борнеол—9,41%, керанилацетат—6,32% карнофиллен—2,86%, бизаболоол—2,82%, тимол—2,40% тәшкил едир.

Эфир јагы гызылы смафилококка, антракоида, мадурикоз төрәдчисинә, албиканс кандидинә антимикроб тәсир кестәдир.

Эфир јагындан ССРИ Јејити Сәнајеси Назирлијинин, Умумиттифаг елми-тәдғигат синтетик табии эфирли маддәләр институту вә Москва «Свобода» косметика фабрики (3,6 балл) төрәфиндән әтријатда истифадә едилмәси төвснә олуишдур.

N. M. Ismailov, F. Yu. Kasumov, Sh. A. Akhmedova

### THE ESSENTIAL OIL OF THYMUS TRAUTVETTERI KLOK. ET SHOST.

The essential oil of endemic *Thymus trautvetteri* Klok. et Shost. has been examined. (0 components have been determined in the essential oil by means of gas-liquid chromatography. 15 of them have been identified (geraniol, linalool, borneol, geranylacetate and others). The essential oil has an antimicrobial effect upon a number of microorganisms.

The oil has been recommended as an aromatizer of cosmetic and tooth remedies by the All-Union Research Institute of Synthetic and Natural Fragrant Substances, Soyuzparfumeyprom and "Svoboda" factory (Moscow).

Дж. З. БУНИЯТОВ

## КАРМАТЫ: ПРОИСХОЖДЕНИЕ И НАЧАЛО АКТИВНОСТИ

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

Почти весь IX век был для халифата Аббасидов периодом великих потрясений и испытаний. Мощные антихалифатские восстания племени Зутт в южном Ираке (820—835 гг.), восстание коптов в Египте (831 г.), восстание хуррамитов в Азербайджане (816—837 гг.), восстание суфийанидов в Палестине (840—842 гг.), восстание зинджей (868—883 гг.) и, наконец, восстание карматов или «большевиков в исламе», как их называют некоторые западные исследователи<sup>1</sup>, начавшееся в 879 г. в Ираке, привели к тому, что мощная империя Аббасидов распалась на отдельные полу- и независимые от Багдада государства.

Начавшееся в окрестностях Куфы как движение за возврат к первоначальному исламу, за богоугодного имама из рода пророка Мухаммада, это движение вскоре, благодаря широкому участию в нем различных слоев населения, принимает опасный для Аббасидов социальный характер. Приверженцы Хамдана Кармата — первого руководителя этого движения — быстро распространились по Ираку, Хорасану и Сирию, а затем перенесли свою деятельность на территорию Йемена, где их вождем был Ибн Хушаб.

Вскоре движение принимает особый размах в южной части Бахрейна, где находит самую благодатную почву среди кочевого и оседлого населения ал-Ахсы. Здесь карматы основывают свой халифат благодаря талантливому предводителю Абу Са'ду ал-Джаннаби.

Движение карматов приняло невиданно широкий размах в первой трети X в. под руководством Абу Тахира Сулаймана. Однако жестокость и нетерпимость карматов по отношению ко всем инакомыслящим постепенно ослабляет их социальную опору и через некоторое время оно сходит на нет по пути сектантского дробления.

Много споров вызывает у историков этимология слова *кармат*. Ибн ал-Джаузи<sup>2</sup> для объяснения этого слова приводит шесть версий:

Первая — основоположником учения карматов был Мухаммад ал-Варрак ал-Мукармат, по происхождению куфиец.

Вторая — у карматов был предводитель из ас-Савада Куфы, набаец, по прозвищу Карматвейх, по имени которого они и названы.

Третья — Кармат был гулямом Исма'ила ибн Джа'фара<sup>3</sup> и карматы получили свое прозвище по его имени. Кармат придавал их высказываниям нужную форму.

Четвертая — некто из их проповедников (*да'и*) поселился у человека, которого звали Кармит и когда проповедник уехал, человек принял их учение, стал именоваться как Кармат ибн ал-Аш'ас.

Пятая — одним из проповедников их учения был человек по про-

звищу Кармита<sup>4</sup> и когда он уехал, то тот, у которого проповедник был на постое, стал именоваться Кармита, но имя это для облегчения стало произноситься как Кармат<sup>5</sup>. Биографы отмечают, что этот проповедник был из Ахваза (Хузистан).

Шестая — имя кармат является производным от *нисбы* их проповедника, которого звали Хамдан ибн Кармат и который был выходцем из Куфы.

Нам кажется, что название секты происходит от имени Хамдана ибн Кармата, если мы вспомним, что это тот самый Кармат ибн ал-Аш'ас, у которого останавливался проповедник из Ахваза и что карматы появились лишь после того, как этот ал-Ахвази прибыл в окрестности Куфы, где его встретил Хамдан ибн Кармат, ставший затем во главе его последователей. Кроме того известно, что у Исма'ила ибн Джа'фара слуги по имени Кармат не было<sup>6</sup>.

Следует отметить, что сами карматы себя таковыми не называли, а глава карматов именовался «Раб Аллаха руководимый, получивший помощь Аллаха, помощник религии Аллаха, стоящий за приговор Аллаха» (*Абдаллах ал-махди ал-мансур-биллах ан-насир лидин-Аллах ал-ка'им биамриллах*)<sup>7</sup>. Карматами их нарекли враги в знак презрения, употребляя слово кармат как «обманщик», «мерзкий» или «мошенник». Этими эпитетами карматы впервые стали награждаться в Дамаске, а затем уже и в других местностях. Весьма вероятно, что произошло оно от выражения, которым пользовались арабы для определения обещания, невыполненного кем-то, кто многократно обещал его выполнить. Такое обещание называлось обещанием *мукармат*<sup>8</sup>.

В. Иванов<sup>9</sup> полагает, что слово *кармита* известно у жителей городов южного Ирака, оно по происхождению неарабское и употреблялось в значении либо «крестьянин», либо «деревенский житель», но затем было арабизировано и приняло форму *кармат*. И поскольку Хамдан ибн ал-Аш'ас был известен под этим именем, то и его последователи стали именоваться карматами.

Лексическое обоснование слову *кармита* дает Де Гье: «Карматом называют человека с коротким шагом, кто семенит при ходьбе, а также писца, если тот имеет убористый мелкий почерк. Хамдана ибн ал-Аш'аса прозвали *карматом* за малый рост и короткие ноги»<sup>10</sup>.

Историки расходятся во мнении относительно начала распространения учения (*да'ва*) карматов в Ираке. Эти мнения можно разделить на две группы: первая группа источников полагает, что учение это произошло в Ирак через исмаилитского проповедника ал-Хусайна ал-Ахвази. Группу эту возглавлял ат-Табарани<sup>11</sup>, который указывает, что из Хузистана (Ахваза) в окрестности Куфы прибыл некий проповедник и поселился здесь. Он стал вести полную воздержания и набожности жизнь, очень много молился — до 50 молитв днем и ночью. Когда слава о нем распространилась среди народа, он провозгласил, что проповедует веру в имама из рода пророка Мухаммеда, и стал разъяснять людям суть своего учения, которому и последовало население этого края. В числе его последователей оказался и Хамдан Кармат, в доме которого остановился проповедник.

Когда из-за большого числа молитв, предписанных ал-Ахвази, стала замедляться работа на полях и плантациях, то хозяин — крупный землевладелец воспылил гневом против ал-Ахвази. Он был схвачен, но ему все же удалось бежать в Сирию. Его преемником в округе Куфы стал Хамдан Кармат, сподвижников которого с этой поры стали именовать карматами.

Ан-Нувайри<sup>12</sup>, ссылаясь на Аху Мухсина<sup>13</sup>, приводит другую версию этого сообщения: глава исмаилитов Ахмад ибн Абдаллах ал-Каддах направил в ас-Савад (Куфу) в качестве проповедника (*да'и*) ал-Хусайна ал-Ахвази. Здесь он встретил Хамдана ибн ал-Аш'аса Кармата и стал склонять его к своему учению, которое тот принял. Затем ал-Ахвази поселяется в доме Кармата, прикидываясь благочестивым и набожным. После смерти ал-Ахвази продолжателем его учения стал Хамдан Кармат.

Как видим, версии ат-Табари и Аху Мухсина непротиворечивы и дополняют одна другую.

Попробуем согласовать события, связанные с этими версиями:

1. ал-Хусайн — родом из ал-Ахваза, получив указание главы исмаилитов, отправился в Ирак проповедовать учение исмаилитов.

2. ал-Хусайн, поселившись у Хамдана ибн ал-Аш'аса Кармата, берет с него клятву верности имаму исмаилитов.

3. ал-Ахвази настаивает на том, что будет жить на свой заработок, чтобы не быть ни для кого обузой.

4. Когда люди стали выполнять предписания проповедника ал-Ахвази и забросили работу на полях, то один из крупных землевладельцев разгневался на ал-Ахвази, его ловят, но ему удалось бежать<sup>14</sup>.

Единственным пунктом, по которому эти две версии противоречивы — это бегство ал-Ахвази в Сирию (по ат-Табари) и его смерть (по Аху Мухсину)<sup>15</sup>, но это противоречие, на наш взгляд, несущественное.

5. После смерти ал-Ахвази пропаганду исмаилитского *да'и* в ас-Саваде Куфы успешно продолжает Хамдан Кармат.

Необходимо указать на явное противоречие между версиями Аху Мухсина и Ибн ан-Надима, заключающееся в факте направления ал-Ахвази в Куфу. Аху Мухсин говорит, что ал-Ахвази был отправлен в округ Куфы в 264 г. х. (877 г.) Ахмадом ибн Абдаллахом ал-Каддахом, возглавившим секту исмаилитов после смерти своего отца. У Ибн ан-Надима<sup>16</sup> отмечается, что ал-Ахвази был отправлен Абдаллахом ал-Каддахом в 261 г. х. (874 г.), но ат-Табари<sup>17</sup> говорит, что «прибытие Кармата в округ Куфы имело место до казни предводителя зинджей». Под Карматом здесь имеется в виду ал-Ахвази, ибо Хамдан Кармат был жителем ас-Савада и его не надо было туда посылать.

Теперь сопоставим все имеющиеся у нас факты.

1. Восстание зинджей продолжалось с 255 по 270 гг. х. (868—883 гг.).

2. ал-Ахвази пытался привлечь главу зинджей в свою секту, обещая ему военную помощь в его борьбе против Аббасидов, но *Сахиб аз-зиндж* ответил отказом<sup>18</sup>.

3. Военная мощь зинджей к 264 г. х. (877 г.) значительно возросла<sup>19</sup> и можно предположить, что этот отказ *Сахиба аз-зиндж* от помощи мог быть только в упомянутом году, ибо отказ от помощи в начале или в конце восстания был бы делом неразумным, тем более, что *Сахиб аз-зиндж* в те годы в военной помощи крайне нуждался.

Таким образом, утверждение С. де Саси<sup>20</sup> о том, что ал-Ахвази был отправлен в округ Куфы не в 264, а в 274 г. х. (887 г.) — несостоятельно, ибо *Сахиба аз-зиндж*, с которым встречался ал-Ахвази, в живых уже не было. Также ошибочной и необоснованной является дата Кл. Хьюара<sup>21</sup>, который датирует эту встречу периодом между 250 и 260 гг. х. (864—873), ибо пребывание ал-Ахвази в ас-Саваде было кратковременным.

Таким образом, правильной является дата встречи (264 г.), приведенная Аху Мухсином.

Вопрос о возникновении религиозной общины карматов в источниках освещен также по-разному и согласно Сибту ибн ал-Джаузи<sup>22</sup>, у нас есть об этом три версии.

Первая — ал-Ахвази был первым распространителем учения карматов в округе Куфы (ас-Савад).

Вторая — основателем этого вероучения был житель Куфы по имени Мухаммад ал-Варрак, известный как Кармат.

Третья — один из исмаилитских *да'и* арендовал стадо крупного рогатого скота у человека по имени Кармат ибн ал-Аш'ас, которого призвал следовать своему вероучению и тот согласился принять его, после чего Кармат ибн ал-Аш'ас стал исмаилитским проповедником.

Однако все сообщения источников говорят, что распространителем учения карматов в округе Куфы был именно ал-Ахвази, а не Мухаммад ал-Варрак. Это ясно прослеживается у ат-Табари, Ибн ал-Асира, ал-Макризи, ан-Нувайри и других авторов и четко комментирует Сибт ибн ал-Джаузи, отмечающий, что из трех этих версий «самая верная — первая», т. е. распространителем учения карматов в округе Куфы был ал-Ахвази.

Итак, сведения источников дают основание утверждать, что движение карматов началось с пропаганды ал-Хусайна ал-Ахвази, а первым и главным идеологом и вождем карматов был Хамдан Кармат, с именем которого и было связано все это движение и восстание.

#### Примечания

<sup>1</sup> Hitti Ph., History of the Arabs, London, 1946, p. 444.

<sup>2</sup> Ибн ал-Джаузи, ал-Мунтазам, т. V, ч. 2, Хайдарабад, 1357 г. х., стр. 111.

<sup>3</sup> Исма'ил (ум. в 760 г.) был сыном шестого шиитского имама Джа'фара ас-Садика.

<sup>4</sup> Слово *кармита* по-набатейски означает «красноглазый». В дальнейшем оно подверглось упрощению и стало произноситься как *кармат*. См.: ат-Табари. Тарих ал-умам, т. VIII, стр. 160.

<sup>5</sup> Ибн ал-Асир, ал-Камил, т. VI, стр. 69.

<sup>6</sup> ал-Айчи, Икд ал-джуман, т. XVII, стр. 538.

<sup>7</sup> ал-Макризи, Итти'аз ал-хунафа. Иерусалим, 1908, стр. 119.

<sup>8</sup> De Goeje M. Mémoire sur les Carmathes. Leyden, 1881, p. 200.

<sup>9</sup> Ivanow V. The Rise of the Fatimids, Calcutta, 1942, p. 69.

<sup>10</sup> De Goeje M. Mémoire, pp. 191—201.

<sup>11</sup> ат-Табари, т. VIII, стр. 159—160; Ибн ал-Асир, т. VI, стр. 69.

<sup>12</sup> ан-Нувайри, Нихайат ал-араб, т. XXIII, стр. 56 и сл.

<sup>13</sup> Аху Мухсин — ученый богослов аш-Шариф Абу-л-Хасан Мухаммад. Был прямым потомком шестого шиитского имама Джа'фара. Умер в 985 г.

<sup>14</sup> ат-Табари, т. VIII, стр. 160.

<sup>15</sup> ан-Нувайри, т. XXIII, стр. 57.

<sup>16</sup> Ибн ан-Надим, ал-Фихрист, т. I, стр. 187.

<sup>17</sup> ат-Табари, т. VIII, стр. 162.

<sup>18</sup> Сибт ибн ал-Джаузи. Мир'ат аз-заман, т. VI, стр. 640.

<sup>19</sup> ат-Табари, т. VIII, стр. 36—41.

<sup>20</sup> De Sasy S., Exposé de la religion des Druzes, v. I, Introduction, Paris, 1838 p. 166.

<sup>21</sup> Huart Cl. Histoire des Arabes, v. I, Paris, 1912, p. 232.

<sup>22</sup> Сибт ибн ал-Джаузи, т. VI, стр. 640.

Ч. З. Бунятов

## ГЭРМӘТИЛЭРИНИ МӘНШӘНИ ВӘ ФӘЛЛҮҢҖА БАШЛАМАЛАРЫ

Мәгаләдә гәрмәт тәрригәтнини ады илә бағлы олан «гәрмәт» сөзүнүн етимологијасы арашдырылып. Бу мәгсәдлә Ирагда гәрмәтиләрни тәлимини јажылмасы, онларын фәаллыға башламасы, сонралар исе, бу тәлимни хилафәтә гаршы гүдрәтли үсјана чеврилмәсини әкс етдирән орта әср әрәб мәнбәләрини мугајисәли мәлуматы верилмишдир.

Dj. Z. Bunyatov

## QARMATIANS: THE ORIGIN AND THE BEGINNING OF THEIR ACTIVITY

In this paper we analyse the etymology of the term *qarmat* which determines the qarmatians' sect. Besides, the comparison of the information of medieval sources concerning the beginning of expansion of qarmats' studies in Iraq and their activity is given which then overgrew into a powerful anti-caliphate revolt.

АЗӘРБАҢЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVII ЧИЛД

№ 5

1981

УДС... 391 (479—24)

ЭТНОГРАФИЈА

И. Н. ШАҢБАЗОВ

## ШАҢДАҢ ЕТНИК ГРУПУНУН КЕЈИМ ВӘ БӘЗӘКЛӘРИ ҢАГҢЫНДА

(Азәрбајчан ССР ЕА академики М. Ч. Чәфәров тәғдим етмишдир)

Шаһдағ етник групу ады алтында танынан Хыналыг, Гырыз, Будуг, Һапут, Чек, Әлик вә Јеркүч кәндләрини әһалиси Шаһ дағыннн шәрг ртәкләришдә јашајан кичик бир етник группур. Әсрләрдән бәри уча дағларын гојнунда, санки әтраф аләмдән тәчрид едилмиш шәкилдә јашадығларындан бунларын мәишәтиндә бир сыра фәргли чәһәтләр мејдана кәлмишдир. Мәһз бу фәргли чәһәтләри арашдырыб тапмаг ишиндә онларын кејимләрини тәдгигинә бөјүк еһтијач варды. Шаһдағ етник группунун әһалиси кечмишдә натурал тәсәррүфат һалында јашадығлары үчүн кејимләр әсас етибары илә ев шәраитиндә һазырланырды. Белә вәзијјәт кечән әсрин 20-чи илләринәдәк давам етмишдир.

Гејд етмәк лазымдыр ки, кејим материалларынын чешиди һәр шејдән әввәл әһалинин тәсәррүфат һәјаты илә үзви сурәтдә бағлы олмушдур. Ингилабдан әввәл бурада халгын әсас мәшғулијјәт саһәси гојунчулуг олдуғундан әсас кејим материалы кими јун вә дәридән кениш истифадә едилмишдир.

Шаһдағ етник группунун мәишәтиндән бәһс едән П. В. Котлјаревски кечән әсрин ахырларында гејд едирди ки, бурада кәндлиләрин тәсәррүфат һәјатында гојунчулуг бөјүк рол ојнајыр. Көјнәк истисна олмагла папагдан тутмуш, та чораба гәдәр онларын бүтүн палтарлары јундан һазырланыр<sup>1</sup>.

Ингилабдан әввәл киши кејимләри әсасән ев шәраитиндә тохунан шалдан һазырланырды. Хыналыгда тохунан јун шал әтраф кәндләрдә хүсусилә мәшһур иди. Дәзкахда тохунан шал материалдан һәм долаг мәгсәди илә истифадә олунур, һәм дә шалвар (Хыналыгча «чухучкар»), архалыг вә чуха тикилирди. Кечмишдә әтраф кәндләрдә тој едән бәјләр арасында Хыналыг шалындан тикилмиш чуха дәбдә иди<sup>2</sup>.

Варлы тәбәгәләр арасында башлыча кејим материалы кими әлдә тохунан шал јох, маһуд даһа кениш ишләнирди. Гочаларын вердији мәпумата көрә кечмишдә Шаһдағ етник групу әсасында кустар үсулу илә тохунан маһудла јанашы, фабрикдә тохунмуш зәриф маһуд да ишлә-

<sup>1</sup> П. В. Котляревски. Экономический быт государственных крестьян Северной части Кубинского уезда, Бакинской губернии. «Материалы для изучения экономического быта государственных крестьян Закавказского края, т. II, ч. I. Тифлис, 1886, стр. 360.

<sup>2</sup> И. Н. Шаһбазов. Гәдим шал дәзкахлары, «Елм вә һәјат» журналы, № 4, 1975, сәһ. 31.

нирди. Бунларын һәр икиси базардан алынырды. Элдә тохунан маһуд эн чох хыналыглар вә ләзкиләрдән, фабрик маһуду исә Бакы; Губа вә Дәр-бәнд шәһәрләриндән алынырды.

Кечмишдә киши кејимләри тәтбиг олуан эразидә әсасән ејнилик тәшкил едәрәк ашағыдакылардан ибарәт иди: чарыг, чораб, долама шал, көјнәк; шалвар, архалыг, чуха, папаг вә күрк.

Ингилабдан әввәлки әдәбијјәттә Шаһдаг етник группунун кејимләринә һәср едилмиш хүсуси тәдгигат әсәрләри јох иди. Гејд етмәк лазымдыр ки, бу кејимләрлә гоңшу Азәрбајчан кәндләринин әһалисинин кејимләри арасында бичим е'тибары илә әсаслы фәрг олмамышды<sup>3</sup>. XIX әсрин әввәлләринә аид бир мәнбәдә гејд олунар: «бүтүн әһалинин үст палтары ејни формалы олуб, дөшүачыг гыса архалыгдан ибарәтдир. Варлыларын архалыгы ипәкдән, касыбларынкы без вә читдән олур. Архалыгын үстүндән көшә вә ја шал гуршаг бағлајырлар. Бунун үстүндән исә јахасы ачыг узунголлу чуха кејирләр»<sup>4</sup>. Пешәси илә әлагәдар олараг Шаһдаг етник групу јапынчы вә күрк дә кејирдиләр. Үмумијјәтлә, күрк ики чүр олурду: ишдә кејилән күрк вә мә'рикә күркү. Гырызча мә'рикә күркүнә «бүрүнмә киш», ишдә кејилән күркә исә «гнәнин киш» дејилди.

Алт палтары әсасән чит вә ја бездән тикилмиш көјнәк вә дизликдән ибарәт иди. Чит, без әсасән Губа шәһәриндән, ја да бу кәндләрә кәлән јәһуди алверчиләриндән алынырды.

Кишиләр бир гајда олараг хам вә ашыланмыш көндән (гырызча ашыланмыша «шәләмир» вә «әдин шәләмир») чарыг, чуст, узунбоғаз чәкмә вә башмаг (гырызча сәрмич) кејирдиләр. Ашыланмыш чарыгы бә'зән онлар Губадан (гырызча сәрмич) кејирдиләр. Ашыланмыш чарыгы бә'зән онлар Губадан алырдылар. Ајаг кејимләриндән шал илә јанашы чораб да кениш јер тутурду. Чорабы әсасән гадынлар вә гызлар тохујурдулар.

XIX әсрин II јарысындан башлајараг көјнәк шилә, гәдәк, чит, без, сәтти, «һумајын ағы», «Фирәнк ағы» вә «Прохоров ағы» адланан парча-пардан тикилирди. Көјнәгә гырыз, будуг вә хыналыгча «бирһәм» дејилди. Хыналыг вә Будуг кәндләриндә јундан хүсуси көјнәклик парча—шал-хыналыгча «каркә» вә гырызча «күлбә» адлы тохучу дэзкаһында тохунурду. Бу парчанын чох инчә тохунушу вә хову оларды. Даг кәндләринин һамысында көјнәјин бичим формасы ејни иди. Онун јахасы ачыг олуб дизә чатырды. Бунун сәбәби онунла изаһ едилди ки, јун шалдан тикилмиш көјнәк һәрәкәт вахты. бәдәни сүртүр, хүсусилә јајда исти олурду. Көјнәјин узун олмасы бәдәнин сүртүлмәсинин гисмән гаршысыны алырды. Бојдан асылы олараг көјнәјин тикилмәсинә тәхминән 3 метрә гәдәр парча ишләнәрди. Јашлы вә ушаг көјнәји бичим үсулуна көрә бир-бириндән о гәдәр фәргләнмирди. Бој үчүн нәзәрдә тутулмуш парчаны ики јерә гатлајыб тән ортадан боғаз јери вә јаха ачырдылар.

Тикиш машыны олмадығындан бир гајда олараг кечмишдә палтары әллә тикирдиләр.

Көјнәк Шаһдаг етник группунда дүзјаха шәклиндә тикилирди<sup>5</sup>. Алт вә үст көјнәк бичиминә көрә о гәдәр бир-бириндән фәргләнмирди. Лакин доғрама бичим үсулуна һазырланмыш көјнәкләр нисбәтән сонралар

<sup>3</sup> Народы «шагдагской группы» (будугцы, крызы и хиналугцы), «Народы Кавказа», т. II, М., 1962, с. 202.

<sup>4</sup> П. В. Котляревски. Костюры әсәри, сәһ. 364.

<sup>5</sup> Э. Г. Торчинская. Мужская одежда Азербайджанцев XIX—начала XX в. «Хозяйства и материальная культура народов Кавказа в XIX—XX вв». Москва, 1971, с. 139.

мејдана кәлмәсинә бахмајараг даһа кениш јајылмышдыр. Доғрама гај-дада һазырланмыш көјнәк күрәк, габаг (дөш), гол, бојун, хишдәк, чиб тикилирди. Кишиләрин шалвары (хыналыгча шалвар «чухучгар», гырызча елә «шалвар» дејилди), јухарыда дејилдији кими шалдан тикилир, готазлы туман бағы (гырызча туманбағы «гадул», хыналыгча «век» адланыр) илә бағланырды.

Адәтән үст палтарын алтындан «ағ туман-көјнәк» кејилирди. Истәр шалварларын вә истәрсә дә алт вә үст туманларын нифәләри туманбағы илә бағланарды. Башга алт палтарындан дизлик (будугча «ахчыг», хыналыгча «чугар» адланыр) әсасән әһалинин варлы тәбәгәләринә мәхсус кејим типји иди.

Тәдгиг едилән зонада туманбағылы туман (гырызча «гылгад») гадынларын әсас кејим формасы иди.

Гадын туманы 10—12 тахтадан тикилирди. Адәтән туманын узунлуғу топугадәк чатыр, белдән бүзмәли олдуғундан туманбағы илә мөһкәм бағланырды. Варлы гадынларын тој вә бајрамларда кејмәк үчүн зәрхара вә гановуздан тикилмиш бир нечә дәст палтары олурду. Адәтән кәлиник палтары да бу чүр баһалы парчалардан тикилирди. Бир гајда олараг туманын әтәји мүхтәлиф нөв бәзәкләр (бафта, гаракөз, һәрәми) күмүш вә гызыл пул, гимәтли ипәк парчалардан «балаг ајағы күбә» шәклиндә тикилирди. Варлы гадынларын туманынын балағы 2—3 чәркә бешлик; онлуг гызыл пулла бәзәнирди. Чох вахт балаг ајағы күбәнин арасына «риал» вә ја «имперриал» дүзүлүрду.

Тәсәррүфат мәшғулијјәти вә чоғрафи шәраит даг кәндләриндә гадынларын гошабалаг (хыналыгча «дарчугар») вә енли туман «чугар» адланан палтар кејинмәсини зәрури етмишдир. «Дарчугар» әксәр һалларда бездән тикилирди. О; шалвар бичиминдә, лакин чох енли бичилиб, тәк балаг вә ја ики һиссәдән ибарәт олуб-олмамасы һисс едилмирди. Дарчугар, әсасән ат миндикдә, чөл тәсәррүфаты ишләри илә мәшғул олдуғда кејилирди.

Бу бахымдан Хыналыг гадынларынын кејимләри олдуғча марағлыдыр. Гадынлар ишдә гошабалаг—«дарчугар», евдә исә мүхтәлиф бичимдә енли туман—«чугар», јахуд бүзмәли дон, «бүзмәли валчах», чәркәзи дон—«чәркәзи валчах» вә онларын алтындан «минчә дарбалаг» (гара дарбалаг) кејәрдиләр. Бүзмәли донун јахасы кечирмә илә бағланырды. Белә палтары чох вахт ушаглы гадынлар кејәрдиләр. Јахасы еинәдән ачыг олдуғундан, бир гајда олараг онун үстүндән (габаглыг, өнлүк) тахырдылар.

Чапан гадынын әлинин көрүнмәсәи үчүн донун голуна «әләсти» (әлүстү) тахырдылар. «Әләсти» дирсәкдән бармағларын учуна гәдәр узанарды. Әләстинин донун голу илә бирләшән јеринә ромб шәкилли арпа бојда «јенкә» вә онун јанындан да «сарма» адланан күмүш «бору-чуглар» тикилирди.

Чапан гадынлар кәләғәјядан (бишмәдән) дингә дүзәлдир вә онун үстүндән «зашгири» (хыналыгча)—гармаг тахырдылар! Зашгиридән гызыл (бу, күмүш, гызыл вә дәмирдән дә олурду) пуллар асылырды.

Чуха бир гајда олараг архалыгын үстүндән кејилирди. Бу кејим формасы мүхтәлиф адларла Гафгаз халғлары үчүн демәк олар ејни иди. Амма һәр бир халгын чухасы милли хүсусијјәтләрә малик иди. Ермәни, күрчү халғларында чуха габагдан бағландығы һалда<sup>6</sup>, бу, Шаһдаг етник группунда вә үмумијјәтлә азәрбајчанлыларда ачыг галырды.

<sup>6</sup> А. Н. Мустафајев. Ширваннн мадди мәдәнијјәти. Бакы, 1977, сәһ. 69.

Гырыз вэ Хыналыгда гадынлар ајагларына мэст (назик чэкмэ), јас-тыдабан вэ дикдабан башмаг кејирдилэр.

Хыналыгда гызлар үчүн чеһизлик тохунан чораб «чыг инчамиз», јәни табы чораб адланырды. Бу чораблар рэнкарэик ипдэн олуб бэ-зэкли тохунурду. Будугда гадын чорабы «кэмэч» адланырды ки, бу өзү дә ики јерэ бөлүнүрдү. Биринчиси, дөрдгат ипдэн тохунараг «гирчири», икинчиси исэ ики гат ипдэн тохунараг «саја» адланырды. Бу чораб тез јыртылырды. Киши чораблары исэ «гааг» адланырды. Хыналыгда гадын чораблары «инчамиз», Гырыз кәндләриндә. (Әлик, Јеркүч, Напут вэ Чек-дә) — «кэлчэм», киши чораблары исэ «уһач» адланырды.

Кечмишдә һәр бир аиләдә гадын вэ гызларын һамысы чораб, шал-бағы, һеһрәбағы вэ чарыгбағы тохумағы бачарырдылар. Чүнки һәр бир ана, адәтән, кичик јашларындан гызына тохучулуг сәнәтини өјрәдирди. Одур ки, әрә кедән гыз чеһиз олараг өзү илә башга шејләрлә јанашы бәзән 30—40 чүт ушаг, гадын, киши чорабы вэ мүхтәлиф бағлар апа-рырды.

Һәтта Шаһдаг кәндләриндә тохунан чораб әтраф кәндләрә дә апары-лыб ја мејвәјә дөјишдирилир, ја да нәгд пул илә сатылырды. П. В. Котлјаревскинин јаздығына көрә, кечмишдә бүтүн јајлаг зонасында, ән чох исэ гырмызы рәнкли јун ипдән чораб тохунурду<sup>7</sup>.

Гадын чорабларындан фәргли олараг киши чораблары дизә гәдәр тохунурду. Һәм дә чарыгла кејилән чорабын алтына бездән вэ ја шалдан алтлыг тикирдилэр. Ушаглар исэ чох вахт чарыгсыз вэ ја ајаггабысыз да кечинирди.

Һансы тәбәгәјә мәнсуб олмасындан асылы олмајараг һәр бир гады-нын күмүш, аз да олса гызылдан бәзәк шејләри олурду. Булара сырға, голбағ (зук), бојунбағы (гандыр), үзүк (мичечил), биләрзик (гиләм) (гырыз дилиндә), алынлыг, кәмәр, тәкбәнд, палтарабәнедичи мүхтәлиф бәзәкләр даһил иди.

Чөл этнографик материаллары көстәрир ки, башга халғларда ол-дуғу кими Шаһдаг этник групунда да кејим бәзәкләри та гәдим заман-лардан мүһүм јер тутур<sup>8</sup>. Һәтта бунлары шаһдағлыларын јашадығлары әразидә апарылан газынты ишләри дә тәсдиг едир. Метал бәзәкләр Туба, Дәрбәнд, Көбәчи, Лаһыч вэ башга шәһәр вэ гәсәбәләрдә һазыр-ланырды. Бу усталар зәркәрлик сәнәтинин бүтүн үсулларындай (дөјмә, басма, хатәмкарлыг, гарасавад, шәбәкә, миһназлыг вэ с.) мөһәрәтлә истифадә етмишләр. Әсримизин әввәлләринә гәдәр зинәт шејләри гызыл вэ күмүшдән дүзәлдилирди<sup>9</sup>. Ејни заманда гијмәтли дашлардан (зүм-рүд, алмаз, кәһраба, фүрузә, әгиг, јагут, мирвари, дәвәкөзү, шүвә вэ с.) да истифадә едилирди.

Шаһдаг этник групунда зәнбил сырға, шарлы сырға, гырхдүјмә, дөрддүјмә, бәһли сырға вэ б. кими сырға нөвләри кениш јајылмышдыр. Сырғаларын күрә һиссәсини алмаз, јагут, фүрузә вэ башга дашларла ишләйирдилэр.

Гадын кејимләриндә гызыл вэ күмүшдән дүзәлдилмиш чүт габаг, гызыл санчаг, гармаг, алынлыг вэ с. бәзәкләр олмушдур. Бир гајда ола-

<sup>7</sup> П. В. Котлјаревски. Көстәрилән әсәри, сәһ. 364.

<sup>8</sup> Ф. Л. Османов, Ф. Ә. Ибраһимов. Нүјүдән тапылмыш антик лөввә лид метал биләрзикләр. Азәрбајчан ССР ЕА «Хәбәрләри». (тарих, фәлсәфә, вә һугуг сери-јасы), 1976; № 2, сәһ. 65.

<sup>9</sup> А. Н. Мустафајев. Көстәрилән әсәри, сәһ. 96.

раг гармаг чалманы, гызыл санчаг исэ өрпәкләри башда бәрк сахламаг үчүн истифадә едилмишдир.

Гадын вэ гызлар мүхтәлиф бојунбағылардан истифадә едирдиләр. Қасыбларын бојунбағысы ади мунчугдан, варлыларынкы исэ мирвари, кәһрәба, јахуд гызылдан дүзәлдилмиш «ајпарадан» ибарәт иди. Бојун-бағынын ортасындан гызыл онлуг кечирилир вэ ондан ајпара вэ улдуз, јахуд әләм асылырды. Гадынлар бојунларындан «ајулдуз», «арпа» вэ ја мирвари бојунбағы илә јанашы һәмајыл да асырдылар. «Ајулдуз» бо-јунбағынын пуллары гызыл бешлик вэ онлугдан олуб, бәзиләри чох бәрнф шәкилдә ишләнирди.

Биләк вэ бармаг бәзәкләри голбағ вэ үзүкләрдән ибарәт иди. Үзүк-ләр өзләри дә гашлы вэ гашсыз олуб ики нөвә ајрылырды. Зүмрүд вэ брилјант гашлы үзүкләр баһа баша кәлдијиндән чох жүксәк гијмәтлән-дирилирди.

Киши бәзәкләри үзүк, күмүш гајыш, ширмајы дәстәли күмүш гы-лы хәнчәр вэ с. иди. Кечмишдә Шаһдаг кәндләринин әһалиси тәһлүкә-дән горулмаг үчүн һәмишә јанларында хәнчәр<sup>10</sup> кәздирәдиләр.

Беләликлә гејд етмәк лазымдыр ки, Шаһдаг этник групунун кејим-ләри үмуми Азәрбајчан кејимләри илә ејнијјәт тәшкил етсә дә, јерли шәраитә ујғун олараг өз милли хүсусијјәтләри дә олмушдур.

Азәрбајчан Тарих музеји

Даһил олмушдур  
Алынмышдыр 10.1.1980.

И. Г. Шахбазов

#### ОДЕЖДА И УКРАШЕНИЯ ШАХДАГСКОЙ ЭТНИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

Статья посвящена одежде и украшениям шахдагской этнической группы (грызцев, хыналугов и будугцев), считающейся предками древних албанцев, которые проживают в Кубинском районе.

В статье рассматривается традиционная мужская и женская одежда, изучается техника изготовления материала. Приведенные примеры дают основание установить, что исследованные народности в своих одеждах имеют не только общность, характерную для всего Азербайджана, но и некоторые отличительные, локальные особенности, что объясняется социально-экономическими и естественно-географическими факторами.

I. H. Shahbazov

#### CLOTHES AND DECORATIONS OF SHAHDAG ETHNIC GROUP

The clothes and decorations of Shahdag ethnic group, their variety and the area of spreading are investigated in this article.

<sup>10</sup> К. Н. Әлијев. Албанијанын гошуну вә силаһлары һаггында. Азәрбајчан ССР ЕА «Мәрузәләри», чилд, XIII, № 8, 1957.



ШЭРГШҮНАСЛЫГ

АЗАДЭ МУСАЈЕВА

РӨВШЭНИНИН ТУЈУҒЛАРЫ

(Азербайжан ССР ЕА академики М. Ч. Чәфәров тәғдим етмишидир)

Гәдим дөврлөрдән башлајараг түркдилли поезијада дөрдлүк форма-сы әсас олмушдур. VI—VIII әсрлөрдән галмыш үмүмтүрк абидәләриндән (1,2) букүнкү поезија нүмунәләринәдәк бу формадан истифадә едилмишидир. Шифаһи халг әдәбијјаты нүмунәләри бајаты, ағы, холаварлар вә с. дөрдлүк формасында јарадылмышдыр.

Орта әсрләр түркдилли классик поезијада дөрдлүк формасында јазылмыш лирик-фәлсәфи мәзмун ифадә едән тујуғлар ајрыча жанр кими мараглыдыр. Әлишир Нәван «Мизанүл-өвзан» әсәриндә тујуғларын ке-ниш јайылдығыны, мәчлисләрдә маһны кими охундуғуну јазмыш (3), Зәһирәддин Мәһәммәд Бабур «Әруз рисаләси»ндә онлары гафијә гуру-лушуна көрә бөлкүләрә ајырмышдыр (4). Ниһад Сәми Банарлы «Рәсм-ли түрк әдәбијјаты тарихиндә тујуғлары» түрк, билхәссә азәри вә чы-ғатај шаирләринин әлавә етдикләри милли бир нәзм шәкли сајыр (5). Исмајыл Никмәт «Азербайжан әдәбијјаты тарихи»ндә һечә вәзиндә јазылмыш тујуғларын олдуғуну\*, Әһмәд Кабаклы вә бир сыра башга тәдгигатчылар онларын мәншәчә шифаһи халг ше'ри илә бағлылығыны көстәрмишләр (6, 7). Мәһәммәд Фуад Көпрүлүзадә, Вәсфи Маһир Ко-чатүрк, Әзиз Мирәһмәдов, јухарыда адлары чәкилмиш вә башга тәдги-гатчылар тујуғлар һагғында бә'зи дәјәрли фикирләр сөјләмишләрсә дә (8, 9, 10) түркдилли поезијада, о чүмлөдән, Азербайжан әдәбијјатында бу жанрын тәдгиги һәллини көзләјән бир проблем кими галмагдадыр.

Тујуғларын классик нүмунәләрини XIV—XV јүзилләрдә Гази Бүр-һанәддин, Нәсими, Әлишир Нәван јаратмышлар (14; 15; 13). XV әсрдә Азербайжанда јашајыб-јаратмыш Дәдә Әмәр Рөвшәниниң тујуғлары форма, мәзмун, мөвзу бахымындан Гази Бүрһанәддин, Нәсими тујуғла-ры илә сәсләшмәкдәдир. Гази Бүрһанәддинни пак әгидәли иһсан, онун дөјүшкәнлији, гәһрәманлығы, јүксәк амалы уғрунда өлүмә белә һазыр олан идеалы мәрданәлик символу кими Рөвшәниниң јарадычылығында әкс-сәдасыны тапмышдыр:

Гази Бүрһанәддин

Рөвшәни

Үани алышых көрән сәрдар булур,  
Әнәлһәг дө'ва ғылан бәрдар булур.  
Әр олдур һәг јолунә баш ојнаја,  
Дөшәкдә олән јикит мурдар булур.  
(14,598)

Сөјләнүр бу сөз чәһандә вардыр,  
Өлмәмәк ешгин јолундә ардыр.  
Ғачмағыл өлмәкдән, еј ашиг, сағын,  
Өлдүрүлмәкдән Ғачан мурдардыр.  
(16,133а)

\* М. Ф. Көпрүлүзадә. «Әдәбијјат арашдырмалары» әсәриндә (Анкара, 1966, сәһ. 351) Исмајыл Никмәтин бу фикриниң доғру олмадығыны фактларла көстәр-мишидир.

Рөвшәниниң тујуғлары Нәсимиңиң дәрин фәлсәфи фикирләриниң тәрәннүм олундуғу, даһа чоһ исе рәдифләри белә ејни олан көз, Ғаш, алын, әл вә с. иһсан ә'заларыны вәсф етдији тујуғларының уғурлу ва-риантларына бәнзәјир:

Нәсими

Рөвшәни

Риштеји-көвһәрди, еј чан, дишләрүн,  
Дүрр-јетим етди фирәван дишләрүн.  
Лә'л илә мәрчандыр, еј чан, дишләрүн,  
Ғылса бән дәрвишә еһсан дишләрүн.  
(15,187б)

Һоғгәдә үғди-көвһәрди дишләрүн,  
Нәзм олунмуш хуб дүррдүр дишләрүн.  
Бәлкә дүррдән хубтәрдүр дишләрүн,  
Вәрд ичиндә жаләләрдүр дишләрүн.  
(16,127а)

Миски-тәрдән данәләр чан бәнләрүн,  
Рөвшән етди әнбәрәфшан бәнләрүн.  
Ғылды һиндистаны палан бәнләрүн,  
Олду Рум елине султан бәнләрүн.  
(15,187а)

Хубдур рујиндә һинду бәнләрүн,  
Әнбәр аса, Ғалијәбу бәнләрүн.  
Данәләрдүр, көштә һәр су бәнләрүн,  
Јерлү-јериндә, нә һику бәнләрүн.  
(16,126б)

Рөвшәни «Диван»ының дүнја әлјазма хәзинәләри вә китабханала-рындакы нүсхәләриниң демәк олар ки, һамысында сајы ејни олмаса да тујуғлары вардыр. Шаирин әсәрләриниң әлимиздә олан Упсала, Мар-бург, Ватикан, Истанбул, Ленинград вә Бақы нүсхәләриниң (сонунчудан башга фото-сурәт вә микро-филмләриниң нәзәрдә тутуруг) мүҒажисәли өјрәнилмәси, елми-тәңгиди мәтнини һазырламағ мәғсәдилә тәдгиги онун тујуғларының сајыны һәләлик III олдуғуну ајдынлашдырды.

Дәдә Әмәр Рөвшәниниң тујуғлары ән'әнәви тујуғ формасына ујғун «а-а-а-а» вә «а-а-б-а» кими гафијәләнир:

Ешг иһиш туфани-Һуһи-ташуран, а  
Тағу ташдан мөвчүн аһын ашуран, а  
Јер јүзи гәрг етирдән Адәм кими, б  
Әгли Ғағуб, иһси башдан шашуран, а  
(16,132б)

Нарван олмаз бәрәбәр гәддүнә, а  
Бәнзәмәз шүмшадү әрәр гәддүнә, а  
Нејшәкәр олами һәмсәр гәддүнә?! а  
Ғандадур һәмта сәнубәр гәддүнә? а  
(16,128а)

Ј. Е. Бертелс, М. К. Һәмрајев вә башга бир сыра мүүллифләр тујуғ-ларың жалпыз чинаслы гафијәләр үзәриндә гурулдуғуну көстәрмишләр (11, 57; 12, 143—144, 211). Ғалбуки ше'рләрин вәзинләриндән данышы-лан әсәрләриндә тујуғлар һагғында илкин мә'лумат верән Ә. Нәван вә Бабур шаһ чинассыз гафијәли тујуғларын да олдуғуну јазмышлар (3; 4). Түркдилли поезијада тујуғларын јарадычысы кими танынмыш Ғазиниң вә Нәсимиңиң тујуғлары да буна бир дәлилдир. Рөвшәниниң әлдә олан тујуғларының да чоһу чинассыздыр. Һәр дөрд мисрасы мүсәрреһ (һәм-гафијә) оланлары шаирин сәнәткарлығыны даһа Ғабарыг көстәрир, аһәнкдарлығы илә диггәти чәлб едир. Рөвшәниниң тујуғлары әруз вәз-иниң рәмәл бәһриниң «фаилатүн-фаилатүн-фаилүн» шәклиндә\* јазыл-мышдыр:

Көзә көрнәр  
фАилАтүн  
Чәниәтин вәр  
фАилАтүн  
Хош шүкуфә  
фАилАтүн  
Санки шахи-  
фАилАтүн

мисли-әхтәр  
фАилАтүн  
-динә бәнзәр  
фАилАтүн  
-дир көзәл һәр  
фАилАтүн  
тәрдәдүр бәр  
фАилАтүн

нахунун  
фАилүн  
нахунун  
фАилүн  
нахунун  
фАилүн  
нахунун  
фАилүн

\* Тујуғлар үмүмијјәтлә рәмәл бәһриниң «фаилатүн-фаилатүн-фаилүн», бә'зи исе «фаилатүн-фаилатүн-фаилан» вә «фаилатүн-фаилатүн-фаилат» шәклиндә јазылар ки, бу шаирин өзүндән асылдыр.

Мөвзу вә мотивләринә көрә Рөвшәнинин тујуғларыны ашағыдакы кими групплашдырмағ олар:

1. Фәлсәфи (дүнија, јараныш һаггында, ән чоһ суфизмлә бағлы)
2. Лирик (үлви мәнәббәт, кезәл вә шаирин она олан ешгинин тәрәннүмү)
3. Дидактик-әхлағи (инсанпәрвәрлик, инсан, онун јаранмасы, тәрбијәси).

Рөвшәнинин зиддијәтли дүнијәкөрүшү јарадычылығынын ажрылмаз бир һиссәси сәјдығымыз тујуғларында да әксини тапмышдыр. Шаир дүнија, јараныш һаггында данышаркән мадди әләмин әсасыны дөрд үнсүрә (торпағ, од, су, һава) бағлајыр. Лирик мөвзуда јаздығы тујуғларында инсан кезәллији, ләјәгәти, үрәјинин инчә, тәмиз дүјғулары јүксәк сәнәткарлығла гәрәннүм олуур. Рөвшәни «Диван»ы әлјазмаларынын чоһунда тујузлар бөлмәси Мәнәммәди мәдһ етдији тујуғу илә башлајыр вә бир сырасы бу мөвзуда јазылмышдыр. Мә'лумдур ки, Дәдә Әмәр «хәлвәтијјә» тәрнәгәтинин «рөвшәнијјә» голунун јарадычысы вә шејхи олмушдур. Буна көрә дә тәрнәгәт вә онун таблиғи мәгсәди илә јаздығы тујуғлары вардыр. Лакин дүнија, јараныш һаггында дүшүнчәләр, инсан, онун мәнәви камиллијинин кәрәклији, бу ишдә өзүнүн вә тәрбијәнин ролу кими мөвзуларда (мүәллим-тәләбә, мүрид-мүршид вә онларын мүнасибәтләри вә с.) јазылмыш тујуғлары чоһлуг тәшкил едир, шаирни фәлсәфи-ичтимаи көрүшләрини даһа ајдын көстәрир.

Дәдә Әмәр Рөвшәнинин бүтүн јарадычылығында олдуғу кими тујуғларында да халғ јарадычылығы вә классик Шәрг әдәбијјатынын инсанпәрвәрлик, доғручулуг, тәмиз мәнәббәт, достлуг, зәһмәтсәвәрлик кими дәјәрли идејалары илә гырылмаз бағлылығ дујулур. Бу әсәрләр көстәрир ки, инсан, онун һәјаты, тәләји, арзу вә истәкләри Рөвшәни јарадычылығынын әсас мөвзусу олмушдур.

#### Әдәбијјат

1. Стеблева И. В. Поэзия тюрков VI—VIII вв. М., 1965.
2. Стеблева И. В. Развитие тюркских поэтических форм в XI в. М., 1971.
3. Нәван Ә. Мизанүл-әвзан, Дашкәнд, 1949.
4. Бабур З. М. Әруз рисаләси, М., 1972.
5. Ынкмәт И. Азәрбајчан әдәбијјаты тарихи, II ч., Бақы, 1928.
6. Банарлы Н. С. Рәсмли түрк әдәбијјаты, тарихи, I ч., Истанбул, 1948.
7. Кабаклы Ә. Түрк әдәбијјаты, Истанбул, 1967.
8. Көпрүлзәдә М. Ф. Тујуғ шәкли, Јени мәчмуә, IV 1923.
9. Кочатурк В. М. Түрк әдәбијјаты тарихи. Анкара, 1964.
10. Мирәһмәдов Ә. Әдәбијјатшүнаслығ терминләри лүғәти. Бақы, 1978.
11. Бертельс. Навои и Джами. М., 1965.
12. Хамраев М. К. Основы тюркского стихосложения. Алма-Ата, 1963.
13. Нәван Ә. Диван. М., 1964.
14. Бурһанәддин Г. Диван, Истанбул, 1943.
15. Нәсими И. Диван. Азәрб. ССР ЕА Республика Әлјазмалары Фонду, М-227.
16. Рөвшәни Д. Ә. Диван, РӘФ, Б-778.

Республика Әлјазмалары Фонду

Алынмышдыр 3.XII.1980.

А. Ш. Мусаева

#### ТУЮКИ РОВШАНИ

В тюркоязычной поэзии средних веков привлекают внимание туюки — образцы классического жанра, написанные в форме четверостиший. Хотя имеется ряд ценных высказываний о туюках, в целом исследование этого жанра как в тюркоязычной поэзии, так и в азербайджанской литературе остается нерешенной проблемой.

Живший и творивший в Азербайджане в XV в. поэт-философ Деде Омар Ровшани создал прекрасные образцы туюков. В статье туюки Ровшани сравниваются по мастерству с туюками Гази Бурханеддина и Насими, а также дается их литературоведческий анализ.

Статья написана на основе списков «Дивана» Ровшани, хранящихся в фондах Баку, Ленинграда, Стамбула, Ватикана, Марбурга, Упсале.

A. Sh. Musayeva

#### THE TUYUKS OF ROVSHANI

The tuyuks in the form of quatrain as a genre of the Turkic peoples in the Middle Ages attract the attention. Though some attempts were done by different scholars to analyze the tuyuks in general, in Turkic and Azerbaijan poetry as well they remain uninvestigated up to now as a genre.

Dede Omar Rovshani, a poet and a philosopher, who lived in Azerbaijan in the XV century also created the wonderful tuyuks. This article deals with the form, content, themes and motives of these tuyuks and the artistic skill of the poet. His tuyuks are also analyzed in comparison with those of Gazi Burhanaddin and Nasimi.

The article has been written on basis of tuyuks selected from Baku, Leningrad, Istanbul, Vatican, Marburg, Upsala manuscripts of Rovshani's "Divan".

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазийят

М. А. Вәлијев. Гилберт фазасында I тәртіб хәтти тәңликләр үчүн бубнов-галлоркин үсулуун дајаныглыгына даир . . . . . 3  
 Р. Ә. Шәфијев. L-псевдочесвирмәләр һаггында . . . . . 8  
 С. Ә. Гулијев. Ики даирәви бошлуга малик призматик брусларын бурул-масы . . . . . 13  
 Х. Х. Пашајев. Рәгсләр нәзәријјәсинин бир ғарышыг мәсәләсинин һәллине даир . . . . . 17

Јарымкечиричиләр физикасы

К. Р. Аллахвердијев, Л. К. Водопјанов, Л. В. Голубев, Л. У. Кәнкәрлински, Е. Ј. Салајев, Р. М. Сардарлы, А. О. Хәлилов. LpSe монокристалларынн рәгс спектрине күкүрд ғарышыгынын тәсири . . . . . 20

Јарымкечиричиләр физикасы вә диелектрикләр

Һ. Б. Абдуллајев, Н. З. Чәлилов, Н. Т. Һәсанов, С. И. Мехдијева, С. А. Аббасов, Елмира Чәләл ғызы. Гексагонал селен-монокристалларынн јашама мүддәтинин температур-заман асылылыгы . . . . . 24

Биофизика

Һ. Б. Абдуллајев, Һ. Һ. Һәсанов, Е. М. Гулијева, Һ. И. Чәфәров, В. В. Перелькин. Селенин изола едилмиш көзүн торлу гишасы электроретинограмына тәсири . . . . . 29

Кеофизика

Т. Ә. Исмајлзаде, А. М. Рутман. Тәбии ғалыг магнитләнмә векторунун статистик анализинин көмәјилә чөкмә сүхурларынн коррелјасијасы . . . . . 35

Полимерләр кимјасы

Р. М. Әлигулијев, Г. М. Әлијев, Д. М. Хитејева, Ф. А. Ахундова, А. А. Мәмәдов. Термоэластопласт үчүн кәркинлијин деформасијадан аналитик асылылыгынын тәтбиғ олуна сәрһәдди һаггында . . . . . 39  
 С. И. Садыгзаде, Р. Ч. Чаббарова, Л. А. Миркин, Ј. А. Василјев. Монометилладинатын вә дијенин анод конденсасијасы просесинин техноложии гурулмасы . . . . . 44

Палеотектоника

М. Ә. Кулдости. Күр чөкәклијинин басдырылмыш структурларынн (Мурадханлы кими) палинопстик анализ . . . . . 47

Ботаника

А. Ә. Бајрамов. Довшанкәләми (Sedum I) невләринин әсас ујуулашма маһијјәти . . . . . 52

Торпагшүнаслыг

Д. Г. Пономарјов, Т. С. Чәфәрова. Кичик Гағгазын алп гуршағы торпагларынн торәмә минералларын јаранма енерјисинин һесаблинамасы . . . . . 56  
 С. Ә. Әлијев, Н. М. Рзајев. Муған дүзүнүн боз-чәмән торпагларынн газ мүбадиләсинин памбыгын фотосинтез просесинә тәсири . . . . . 60  
 Н. М. Исмајлов, Ф. Ј. Гасымов, Ш. А. Әһмәдова. Траутфеттер көкликотунун ефир јагы . . . . . 64

Шәргшүнаслыг

Ч. З. Бунјадов. Тәрмәтиләрин мәншәји вә фәаллыга башламалары . . . . . 68

Етнографја

И. Һ. Шаһбазов. Шаһдағ етник группунун кејим вә бәзәкләри һаггында . . . . . 73

Шәргшүнаслыг

Азадә Мусајева. Ревшәнинин тујуғлары . . . . . 78

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

М. А. Велнев. К устойчивости метода Бубнова—Галеркина для линейных уравнений первого порядка в гильбертовом пространстве . . . . . 3  
 Р. А. Шафиев. Об L-псевдообращении . . . . . 8

Механика

Х. Х. Кулиев. Кручение призматических брусьев с двумя круговыми полостями . . . . . 13

Математика

Х. Х. Пашаев. К решению одной смешанной задачи из теории колебаний . . . . . 17

Физика полупроводников

К. Р. Аллахвердиев, Л. К. Вродопьянов, Л. В. Голубев, Л. Ю. Кенгерлинский, Э. Ю. Салаев, Р. М. Сардарлы, А. О. Халилов. Влияние примеси серы на колебательный спектр монокристаллов InSe . . . . . 20

Физика полупроводников и диелектриков

Г. Б. Абдуллаев, Н. З. Джалилов, Н. Т. Гасанов, С. И. Мехиева, С. А. Абасов, Эльмира Джалал кызы. Температурно-силовая зависимость долговечности монокристаллов гексагонального селена . . . . . 24

Биофизика

Г. Б. Абдуллаев, Г. Г. Гасанов, Э. М. Кулиева, А. И. Джафаров, В. В. Перелькин. О действии селена на электроретинограмму изолированной сетчатки холоднокровных животных . . . . . 29

Геофизика

Т. А. Исмаил-заде, А. М. Рутман. Корреляция осадочных отложений с помощью статического анализа векторов естественной остаточной намагниченности . . . . . 35

Химия полимера

Р. М. Алигулиев, Г. М. Алиев, Д. М. Хитеева, Ф. А. Ахундова, А. А. Мамедов. О границах применимости аналитических зависимостей «напряжение—деформация» для термоэластопластов . . . . . 39

Нефтехимический синтез

С. И. Садыг-заде, Р. Д. Джабарова, Л. А. Миркин, Ю. А. Васильев. Разработка модели технологического процесса анодной конденсации монометилладината и диена . . . . . 44

Палеотектоника

М. А. Гюльдуст. Палиспастический анализ строения погребенных поднятий куринской впадины (на примере Мурадханлы) . . . . . 47

<b>Ботаника</b>	
А. А. Байрамов. Основные черты приспособительной сущности видов р. <i>Sedum L.</i> . . . . .	52
<b>Почвоведение</b>	
Д. Г. Пономарев, Т. С. Джафарова. Опыт расчета энергии, пошедшей на минеральные преобразования почв альпийского Малого Кавказа	56
С. А. Алиев, Н. М. Рзаев. Влияние дыхания почвы на фотосинтез хлопчатника на сероземно-луговых почвах муганской степи	60
<b>Растительное ресурсоведение</b>	
Н. М. Исманлов, Ф. Ю. Касумов, Ш. А. Ахмедова. Эфирное масло Тимьяна траутфеттера . . . . .	64
<b>Востоковедение</b>	
Дж. З. Буниятов. Карматы: происхождение и начало активности . . . . .	68
<b>Этнография</b>	
И. Шахбазов. Одежда и украшения шахдагской этнической группы . . . . .	73
<b>Востоковедение</b>	
А. Ш. Мусаева. Туюки Ровшани . . . . .	78

Сдано в набор 9/III 1981 г. Подписано к печати 7/V 1981 г. ФГ 21199.  
 Формат бумаги 70×100<sup>1/16</sup>. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литерат.  
 Печать высокая. Печ. лист. 7,35. Уч.-изд. лист. 6,42. Тираж 655.  
 Заказ 131. Цена 40 коп.

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

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 и 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. Заномерованные формулы обязательно выключаются в красную строку, номер формулы ставится у правого края страницы. Желательно пронумеровать 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, H рукоп.).

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

Следует избегать знаков типа ~ (волна), ⊙, ⊕, ⊗; □, □̄, ◊, √, ∆ (крючки) над и под буквами, а также знаков:

$$\text{и } \times, \text{ \textcircled{e}, \text{ \textcircled{f}, \text{ \textcircled{g}, \text{ \textcircled{e}}$$

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 приводится 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 тома, 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.



40 гп.  
коп.

Индекс  
76355