

11-168

АЗƏРБАЙЧАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ  
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

# МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXII ЧИЛД

1976.1

цкб

Уважаемый читатель!  
Просмотрев журнал,  
поставьте № чит. билета

### ЧҮН ГАЈДАЛАР

сынын Мə'рузэлəри»ндə нəзəри вə тəчрүби  
мланыш вə нələ дəрч едилмəмиш нəтичə-

д.  
дечə ајры-ајры мə'луматлар шəклинə салын-  
э'луматлардан мəһрум мубаһисə характерли  
рмэлəрсиз кəмəkчи тəчрүбэлəрин тəсвири-  
свири вə ичмал характерли ишлэр, тəвсијə  
ф методик мəгалэлэр, нabelə битки вə һеј-  
хүсуси əһəмијјэтə малик тапынтыларын тəс-  
имир.

Һəмин мə'луматларын даһа кениш шəкилдə  
дфин һүгүгуну əлиндən алмыр.

1 олан мəгалэлэр јалныз ихтисас үзэр бир  
аксија һеј'эти тəрəфиндən нəзəрдən кечирин-  
тмамаг шəртилə мəгалэлэр тəгдим едə билэр.  
и мұхбир үзвлəринин мəгалэлəри тəгдимат-

ки, мəгалэлəри тəгдим едэркən онларын мұ-  
эгалəнин јерлəшдирилчəји бөлмəнин адын

мəгалə дəрч етдирə билэр.  
олмагла, мұəллиф вэрəгинин дөрддə бирин-  
ылмыш 6—7 сəһифə нəчминдə (10000 чап

хүласəsi олмалыдыр; бундан башга, Азэр-  
линдə хүласə əлавə едилмэлидир. Рус ди-  
диндə хүласəsi олмалыдыр.

јеринə јетирилдији елми идарəнин ады вə  
р.

ишлəринин нəтичэлəринин дəрч олунмасы  
си олмалыдыр.

гла) вэрəгин бир үзүндə ики хəтт ара бу-  
вə ики нүсхə тəгдим едилмэлидир. Дүстур-  
к һэрфлəрин алтындан, кичиклəрин исə үс-  
дир; јунан əлифбасы һэрфлəрини гырмызы

əлифəнин ахырында чыхыш шəклиндə дејил,  
ына кərə) мəгалəнин сонунда мəтидəки ис-  
үзрə верилмэлидир. Əдəбијјатын сијаһысы

ы вə инициалы, китабын бүтөв ады, чилдин

элэр үчүн: мұəллифин фамилијасы вə ини-  
ни) ады, чилд, бурахылыш, нəшр олундугу

и фамилијасы вə инициалы, мəгалəнин ады,  
и), сəһифə кəстəрилмэлидир.

вə елми идарəлəрдə сахланан диссертасија-

ифин фамилијасы, мəгалəнин ады вə шəклин  
ыш шəкилалты сөзлэр ајрыча вэрəгдə тəг-

сија олунмуш онминлик тəснифат үзэр мəга-  
в журнал» үчүн реферат əлавə етмэлидир.

атерналларда вə мəгалəнин мəтинидə бу вə  
вермэмэлидирлэр.

чүн нəтичэлэр јалныз зəрури һалларда

13. Ики вə ја даһа чох мəгалə тəгдим едилдикдə онларын дəрчедилмə ардычылы-  
гыны да кəстəрмək лəзимдыр.

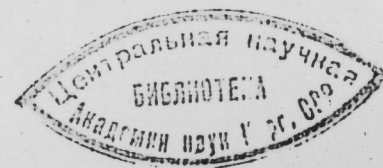
14. Мəгалэлəрини кəррктурасы, бир гајда олараг, мұəллифлэрə кəндəрилмир. Кор-  
ректурə кəндəрилдији тəгдирдə исə јалныз мəтбəэ сəһвлəрини дүзэлтмək олар.

15. Редакција мұəллифə пулсуз олараг мəгалəнин 15 нүсхə ајрыча оттискини верир.

# МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ ТОМ XXXII ЧИЛД

1

«ЕЛМ» НƏШРИЈЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭЛМ»  
БАКЫ—1976—БАКУ



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г. Б. Абдуллаев (главный редактор), Ш. А. Азизбеков,  
 Г. А. Алиев, В. Р. Волобуев, Г. Г. Гасанов,  
 А. И. Гусейнов, **М. А. Дадашзаде** (зам. главного редактора),  
 М. А. Кашкай, Ю. М. Сеидов (зам. гл. редактора), А. С. Сумбатзаде,  
 М. А. Топчибашев, Т. Н. Шахтактинский, Г. Г. Зейналов (ответств.  
 секретарь).

© Издательство „Эли“, 1976 г.

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

УДК 517.512

МАТЕМАТИКА

Ариф С. ДЖАФАРОВ, Б. И. АЛИЕВ  
**К ТЕОРИИ ПРИБЛИЖЕНИЯ ФУНКЦИЙ  
 В ПРОСТРАНСТВАХ  $L_2$  И  $C$**

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

Настоящая статья посвящена некоторым вопросам теории [приближения в пространствах  $L_2$  и  $C$ . Основной аппарат исследования — ортогональные ряды Фурье.

1. Пусть  $H$  — гильбертово пространство,  $\{e_k\}$  — ортонормированная система векторов в  $H$  и пусть  $x \in H$  и

$$x \sim \sum_{k=0}^{\infty} (x, e_k) e_k$$

его ряд Фурье по системе  $\{e_k\}$ . Как хорошо известно,

$$\left\| x - \sum_{k=0}^{n-1} (x, e_k) e_k \right\| = \inf \left\| x - \sum_{k=0}^{n-1} \mu_k e_k \right\| = E_n(x),$$

$$\mu_0, \mu_1, \dots, \mu_{n-1}, \mu_{n-1} \neq 0$$

где  $\|x\|$  — норма вектора  $x$ , порождаемая скалярным произведением в  $H$ .

Если, учитывая понятие наилучшего приближения вектора в гильбертовом пространстве  $H$ , исходить из прямых и обратных задач конструктивной теории функций, то возникает вопрос, нельзя ли каким-нибудь способом дать понятие „модуля непрерывности“  $\omega(x, \delta)$  вектора в гильбертовом пространстве, для которого можно было бы доказать в пространстве  $H$  теоремы типа Д. Джексона и С. Н. Бернштейна о связи между величиной  $E_n(x)$  и величиной  $\omega(x, \delta)$ . Оказывается, что это возможно, если в данном пространстве имеется полная ортонормированная система.

Пусть  $\{\psi_k(h)\}$  ( $h > 0$ ) — некоторая последовательность функций, ограниченных по совокупности

$$|\psi_k(h)| \leq M, \quad k = 0, 1, 2, \dots,$$

Тогда на основании теоремы Рисса — Фишера можно говорить о существовании вектора  $x_h \in H$ , для которого

$$x_h \sim \sum_{k=0}^{\infty} \psi_k(h) (x, e_k) e_k.$$

Учитывая ее особую роль, будем называть последовательность  $\{\psi_k(h)\}$  осредняющей. Естественно поэтому, что вектор  $x_n$  называют "осреднением" вектора  $x$ .

Кроме условия ограниченности последовательности  $\{\psi_k(h)\}$ , будем требовать также выполнения следующих условий: существуют числа  $m_1 > 0$ ,  $m_2 \geq 0$  и константы  $C_1 > 0$ ,  $C_2 > 0$  такие, что

$$|1 - \psi_k(h)| \leq C_1 (\kappa h)^{m_1} \text{ при всех } \kappa \text{ и } h, \quad (1)$$

$$|1 - \psi_k(h)| \geq C_2 (\kappa h)^{m_2} \text{ при } 0 \leq \kappa h \leq \mu \text{ } (\mu \geq 1). \quad (2)$$

При выполнении условий (1) и (2) числа  $m_1$ ,  $m_2$  будем называть соответственно верхним и нижним показателями осредняющей последовательности  $\{\psi_k(h)\}$ .

**Теорема 1.** Пусть  $\{\psi_k(h)\}$  — осредняющая последовательность с верхним показателем  $m_1$  и некоторым нижним показателем  $m_2$  и пусть функция  $\omega(\delta)$  удовлетворяет  $(\sigma_{m_1})$  — условию С. М. Лозинского [1]. Тогда для того чтобы

$$E_n(x) = 0 \left( \omega \left( \frac{1}{n} \right) \right),$$

необходимо и достаточно, чтобы

$$\|\tau - \lambda_h\| = 0 \text{ } (\omega(h)).$$

Если для любого вектора  $x \in H$  его осреднение (единственное)  $x_h$  мы определяли исходя из осредняющей последовательности (единственной для всего пространства  $H$ ), то в конкретных гильбертовых пространствах  $L^2_{p(x)}(E)$  мы поступаем обратно. Для любой функции  $f(x) \in L^2_{p(x)}(E)$  рассматриваем ее "специальное" осреднение  $f_h$  (здесь исходными являются так называемые "теоремы сложения" для ортогональных систем в данном пространстве), затем находим ряд Фурье функции  $f_h$ . В этом случае ряд Фурье  $f_h$  отличается от ряда Фурье  $f$  множителем  $\psi_k(h)$  (зависящим только от шага осреднения  $h > 0$ ), который и берется в качестве осредняющей последовательности функций  $f \in L^2_{p(x)}(E)$ . Затем находят верхние и нижние показатели этой последовательности.

Реализация теоремы 1 в различных пространствах  $L^2_{p(x)}(E)$  дана в таблице.

В частности, можно полагать, что в теореме  $\omega(h) = h^\gamma$ , где  $0 < \gamma < n_1$ . В этом случае теорема 1 не только содержит, но и дополняет соответствующие результаты Г. В. Жидкова [2] (случай  $H = L^2[-1; 1]$ , т. е. ряды Фурье—Лежандра) для значений  $1 < \gamma < 2$  (поскольку в этом случае  $m_1 = 2$ ) и С. З. Рафальсона [3] (случай  $H = L^2_{e-x^2}(-\infty, \infty)$ , т. е. ряды Фурье—Эрмита) для значений  $\frac{1}{2} < \gamma < 1$  (поскольку в этом случае  $m_1 = 1$ ).

Заметим также, что названные авторы в своих работах не затрагивали вопроса о том, что рассматриваемые ими в каждом отдельном случае функции  $f_h(x)$  действительно являются осреднениями функции  $f(x)$ .

Теорема 1 получена как частный случай из более общих прямых и обратных теорем.

Полученные результаты соответствуют результатам Арифа С. Джафарова [4], Ш. М. Кафарова [5], Ш. Ш. Асадова [6], Н. И. Кафарова, которые рассматривали эти задачи для конкретных ортогональных систем.

Пространство $H$	Ортогональная система $\{e_k\}$	Осреднение $x_h$	Осредняющая последовательность $\{\psi_k(h)\}$	Верхний показатель $m_1$	Нижний показатель $m_2$
$L^2_{\kappa x}$	$\{\cos \kappa x, \sin \kappa x\}$ — тригонометрическая система	$\frac{f(x+h) + f(x-h)}{2}$	$\left\{ 1 - 2 \sin^2 \frac{\kappa h}{2} \right\}$	2	2
$L^2[-1, 1]$	$\{P_k(x)\}$ — полиномы Лежандра	$\frac{1}{\pi} \int_0^\pi f(x \cos \theta + \sqrt{1-x^2} \sin \theta \cos \theta) d\theta$	$\{P_k(\cos \theta)\}$	2	2
$L^2(0, 1)$	$\{V \sqrt{j_{\kappa} x} J_0(j_{\kappa} x)\}$ — функция Бесселя первого рода порядка $j_{\kappa}$ — положительные нули этой функции	$\frac{1}{\pi} \int_0^\pi f \left( \sqrt{x^2 + h^2 - 2xh \cos \theta} \right) d\theta$	$\{J_\nu(j_{\kappa} h)\}$	1	0
$L^2_{e-x^2}(-\infty, \infty)$	$H_\kappa(x)$ — полиномы Эрмита	$\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} f(x \sqrt{1-h} + \sqrt{hy}) e^{-y^2} dy$	$\left\{ (1 - \frac{\kappa}{2}) \right\}$	1	0
$L^2(S_m)$ ( $S_m$ — единичная сфера $m$ -мерного евклидова пространства)	$\{Y_{\kappa, m}^{(\nu)}(P)\}$ — $m$ -мерная сферическая система	$\frac{1}{\text{mes } C(P, h)} \int_{C(P, h)} f(\theta) d\sigma_Q$ ( $C(P, h)$ — окружность с центром $P$ со сферическим радиусом $h$ на сфере $S_m$ )	$\frac{G_\kappa^{(\nu)}(\cos h)}{G_\kappa^{(\nu)}(1)}$ ( $G_\kappa^{(\nu)}(x)$ — полиномы Гегенбауэра)	2	2
$L^2(S_3)$		$\frac{1}{4\pi \sin h} \int_{C(P, h)} f(\theta) d\sigma_Q$	$\{P_\kappa(\cos h)\}$	2	2

II. Пусть  $E$ —ограниченное замкнутое множество конечномерного евклидова пространства,  $C(E)$ —пространство непрерывных функций с обычной нормой

$$\|f\| = \max_{p \in E} |f(p)|$$

и пусть  $\{\varphi_k(P)\}$ —ортогональная система в  $C(E)$ .

Система  $\{\varphi_k(P)\}$  называется (с. 1)-системой в пространстве  $C(E)$ , если для любой функции  $f \in C(E)$  ее ряд Фурье по этой системе равномерно суммируется методом (с. 1), т. е. если для этой системы справедлива теорема Фейера.

Систему  $\{\varphi_k(P)\}$  назовем (Б.  $\tau$ )-системой относительно линейного дифференциального оператора  $A$ , если для любой линейной комбинации первых  $n+1$  элементов этой системы  $T_n(P)$  справедлив следующий аналог классического неравенства С. Н. Бернштейна.

$$\|AT_n\| \leq C_\nu n^\tau \|T_n\|,$$

где  $C_\nu$ —не зависящая от  $n$  постоянная.

Обозначим через  $E^{(\tau)}[\psi]$  класс функций  $f$  из пространства  $C(E)$ , для которых

$$E_n(f) \leq \frac{1}{n^\tau} \psi \frac{1}{n},$$

где

$$E_n(f) = \inf_{a_k} \left\| f - \sum_{k=0}^{n-1} a_k \varphi_k \right\|$$

—наилучшее приближение функции  $f$ ,  $\psi(h)$ —монотонно стремящаяся к нулю функция,  $r$ —натуральное число.

**Теорема 2.** Пусть ортогональная на  $E$  система функций  $\{\varphi_k(P)\}$  является (с. 1)-системой, а также (Б.  $\tau$ )-системой относительно оператора  $A$ . Пусть далее

$$\|f - f_n\| \leq \varepsilon_n, \text{ где } f_n \in E^{(\tau)}[\psi_n],$$

а  $\varepsilon_n \rightarrow 0$   $n \rightarrow \infty$ .

Тогда, если функция  $h^{(\tau-1)} \psi(h)$  удовлетворяет (B)-условию Н. К. Бари [1], то для  $0 < \gamma < \frac{1}{q\tau}$

$$\|A^q f - A^q f_n\| < C_\gamma \{ \varepsilon_n^{1-\gamma q} + [\varepsilon_n^{-\gamma}]^{-\tau(p-q)} \psi[\varepsilon_n^{-\gamma}]^{-1} \},$$

где постоянная  $C_\gamma$  не зависит от  $n$ ,  $[a]$ —целая часть числа  $a$ .

Рассмотрен также случай, когда  $f_n \in E^{(\tau)}[\psi]$ , где  $\psi = \psi_n$  вообще говоря различные для различных  $n$ .

Нижеприведенные ортогональные системы являются (с. 1)-системами, а также (Б.  $\tau$ )-системами в соответствующих пространствах  $C(E)$ :

1) в пространстве  $C_{2\pi}$ —тригонометрическая система; в этом случае  $A = \frac{d}{dx}$ ,  $\tau = 1$ ;

2) в пространстве  $C[0, \pi]$ —система собственных функций  $U(x)$  задачи Штурма—Лиувилля:

$$\left. \begin{aligned} U''(x) - [\lambda - B(x)] U(x) &= 0 \\ U'(0) - h U(0) = 0, \quad U'(\pi) + H U(\pi) &= 0 \end{aligned} \right\},$$

где функция  $B(x)$  задана и непрерывна на  $[0, \pi]$ ;  $h$  и  $H$ —вещественные числа. В этом случае  $A = \frac{d}{dx}$ ;  $\tau = 1$ ;

3) в пространстве  $C[-1, 1]$ —система полиномов Лежандра  $\{P_\tau(x)\}$ . В этом случае  $A = \frac{d}{dx} (1-x^2) \frac{d}{dx}$ ,  $\tau = 2$ ;

4) в пространстве  $C(S_3)$  ( $S_3$ —единичная сфера)—система сферических функций (см. таблицу). В этом случае  $A$  есть оператор Лапласа на сфере;  $\tau = 2$ .

В этих конкретных случаях класс  $E^{(\tau)}[\psi]$  может быть заменен в силу соответствующих теорем Д. Джексона в этих пространствах, класс которых определяется при помощи структурных характеристик функций. Заметим также, что в примерах 1, 3 и 4 свойство соответствующей системы  $\{\varphi_k(P)\}$  быть (Б.  $\tau$ )-системой относительно соответствующего линейного дифференциального оператора  $A$  есть следствие того, что эта система является (с. 1)-системой.

#### Литература

1. Бари Н. К., Стечкин С. Б. ТММО, т. 5, 1956. 2. Жидков Г. В. ДАН СССР, т. 169, № 5, 1966. 3. Рафальсон С. З. Известия вузов, Математика, № 7, 1968. 4. Джафаров Ар. С. ДАН СССР, т. 184, № 1, 1969. 5. Кафаров Ш. М. Канд. дисс., Баку, 1967. 6. Асадов Ш. М. ДАН Азерб. ССР, № 11, 1972.

Поступило 21. V 1973

АГУ им. С. М. Кирова  
АзПИ им. Ч. Ильдрима

А. С. Чэфаров, Б. И. Элиев

#### $L_2$ ВЭ С ФЭЗАЛАРЫНДА ФУНКСИЈАЛАРЫН ЈАХЫНЛАШМА НЭЗЭРИЈЈЭСИНЭ ДАИР

Мәгаләдә  $L_2$  вэ С фэзаларында ортогонал Фурје сыраларынын јакынлашма нэ зэријјәси илә бағлы олан бәзи хассәләри тәдгиг олунур.

Arif S. Jafarov, B. I. Aliev

#### TO THE THEORY OF FUNCTION APPROXIMATIONS IN THE SPACES $L_2$ AND $C$

Some problems of approximation in the spaces  $L_2$  and  $C$  are studied using orthogonal Fourier series as an apparatus of investigation.

УДК 517.947

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МАТЕМАТИКА

НГУЕН ТХЕ ХОАН

**АСИМПТОТИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ НА БЕСКОНЕЧНОСТИ  
РЕШЕНИЙ ОПЕРАТОРНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ  
УРАВНЕНИЙ**

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

В этой работе нас будет интересовать следующие свойства решений дифференциального уравнения

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x \quad (1)$$

$$x \in E, \quad t \geq t_0$$

в банаховом пространстве  $E$ :

- а) каждое решение имеет конечный предел на бесконечности;
- в) для любого  $u_0 \in E$  существует решение  $x(t)$  уравнения (1), стремящееся к  $u_0$  при  $t \rightarrow \infty$ .

При выполнении свойств (а) и (в), обобщая определение из конечномерного пространства, будем считать, что уравнение (1) имеет в  $E$  линейное асимптотическое равновесие. О конечномерном пространстве имеется много работ, которые посвящены этому понятию [1; 2; 3; 6].

Что касается бесконечномерного случая, то, как нам известно, первый такой результат был изложен в [4] (см. стр. 166).

Ниже мы укажем новые признаки линейного асимптотического равновесия уравнения в банаховом пространстве. Эти признаки являются различными обобщениями результатов из [3], [4], [6]. Мы коснемся также возможности получения аналогичных результатов для случая, когда  $A(t)$  представляет собой линейный неограниченный оператор. При этом будем полагать, что решения задачи Коши уравнения (1) определены и единственны на  $[t_0, \infty)$ .

**§ 1.  $A(t)$  — линейный ограниченный оператор**

**Определение 1.** Говорят, что уравнение (1) имеет сильное линейное асимптотическое равновесие, если для него выполнены свойства (а), (в), причем для каждого  $u_0 \in E$  существует лишь одно его решение, которое стремится к  $u_0$  при  $t \rightarrow \infty$ .

Имеет место  
**Теорема 1.** Для того чтобы уравнение (1) с линейным ограниченным оператором  $A(t)$  имело сильное линейное асимптотическое равновесие, необходимо и достаточно, чтобы существовало решение  $V(t)$  операторного уравнения

$$\frac{dV}{dt} = A(t)V,$$

которое сильно сходится к 1 при  $t \rightarrow \infty$  и при каждом  $t \in [t_0, \infty)$  имеет ограниченный обратный.

Для получения конкретных достаточных признаков линейного асимптотического равновесия уравнения (1) обозначим через  $L_1$  пространство абсолютно интегрируемых на  $[t_0, \infty)$  функций.

Рассмотрим сначала случай, когда фазовое пространство уравнения (1) является Гильбертовым пространством:  $E = H$ .

**Теорема 2.** Пусть для сильно непрерывного оператора  $A(t)$  выполняется следующее условие:

$$\|A(t)h\| \in L_1$$

равномерно относительно  $h \in S_{(0,1)} \subset H$ .

Тогда уравнение (1) имеет сильное линейное асимптотическое равновесие.

Утверждение теоремы будет справедливо, если  $\|A(t)\| \in L_1$ , т. е. мы приходим к результату из [4].

Приведем схему доказательства. Для любого заданного  $h_0 \in H$  положим  $x_0(t) \equiv h_0$ . С помощью теоремы Рисса о представлении линейного функционала в  $H$  построим последовательность приближенных решений следующим образом:

$$(x_n(t), h) = \eta_n(t, h),$$

где

$$\eta_n(t, h) = (h_0, h) - \int_0^t (x_{n-1}(\tau), A(\tau)h) d\tau.$$

При этом можно доказать, что  $x_n(t)$  имеет сильную производную и справедливы оценки

$$\|x_n(t)\| \leq \frac{\|h_0\|}{1-q},$$

$$\|x_n(t) - x_{n-1}(t)\| \leq \|h_0\| q^n,$$

$$\|x'_n(t) - x'_{n-1}(t)\| \leq \|h_0\| q^{n-1},$$

где за счет выбора  $t_0$  мы можем выбрать  $q$  из  $(0,1)$ . Следовательно, последовательность  $x_n(t)$  равномерно сходится к  $x(t)$ , которая удовлетворяет уравнению (1). Поскольку каждая  $x_0(t)$  сильно сходится к  $h_0$  при  $t \rightarrow \infty$ , то свойство (в) доказано. Нетрудно доказать справедливость свойства (а) и существование лишь одного решения  $x(t)$ , стремящегося к заданному  $h_0$  при  $t \rightarrow \infty$ . Теорема доказана.

Переходим теперь к случаю банахова пространства. Для каждого  $F(t) \in [E]$  положим

$$\bar{F}(t) = \int_0^t F(\tau) d\tau,$$

если последний интеграл сходится (вообще говоря не абсолютно). Введем последовательности операторов, определенных следующим образом:

$$Q_0(t) = A(t); \quad Q_n(t) = A(t) \bar{Q}_{n-1}(t) \quad n = 1, 2, \dots$$

$$P_0(t) = A(t); \quad P_n(t) = \tilde{P}_{n-1}(t) A(t) \quad n = 1, 2, \dots$$

(Разумеется,  $Q_n, P_n$  существуют при условии сходимости соответствующих интегралов).

**Теорема 3.** Если при каком-либо натуральном  $n$

$$\|Q_n(t)\| \in L_1$$

или

$$\|P_n(t)\| \in L_1,$$

то для уравнения (1) имеет место сильно линейное асимптотическое равновесие.

В частности, при  $n=0$  получим результат из [4], а при  $E=E^n$  — результаты из [3].

Обозначим теперь  $B(t) = \int_0^t A(\tau) d\tau$ , если интеграл сходится.

**Теорема 4.** Пусть при некотором натуральном  $p$

$$\left\| \sum_{k=1}^p A(t) B^k(t) + \sum_{k=2}^p (B^k(t))' \right\| \in L_1$$

или

$$\left\| \sum_{k=1}^p B^k(t) A(t) + \sum_{k=2}^p (B^k(t))' \right\| \in L_1$$

Тогда справедливо утверждение теоремы 3.

В частности, при  $p=0$  мы снова получим результат из [4], а в случае конечномерного пространства ( $E=E^n$ ) при  $p=1$  получаются соответствующие результаты А. Винтнера [6] (см. также [1]).

Определение 2 (см. [4]). Говорят, что уравнения

$$\frac{dx}{dt} = A_1(t)x \quad (3)$$

$$\frac{dy}{dt} = A_2(t)y \quad (4)$$

асимптотически эквивалентны, если между их решениями можно установить взаимно-однозначное соответствие  $x(t) \rightleftharpoons y(t)$  такое, что

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \|x(t) - y(t)\| = 0.$$

Пусть  $U_1(t)$  — разрешающий оператор уравнения (3). Положим,

$$G(t) = U_1^{-1}(t) [A_2(t) - A_1(t)] U_1(t)$$

**Теорема 5.** Пусть уравнение (3) биустойчиво. Оператор  $G(t)$  удовлетворяет условиям одной из теорем 2, 3, 4. Тогда уравнения (3), (4) асимптотически эквивалентны.

При  $\|A_1(t) - A_2(t)\| \in L_1$  получим результат из [4] (см. стр. 167), а в конечномерном пространстве — результаты из [6].

## § 2. $A(t)$ — линейный неограниченный оператор

Всюду в дальнейшем будем предполагать, что  $A(t)$  имеет постоянную область определения  $D_A$ , на которой он сильно непрерывен.

**Теорема 6.** Пусть  $A(t)$  — самосопряженный оператор и

$$\|A(t)h\| \in L_1 \text{ при каждом } h \in D_A \subset H \quad (5).$$

Тогда каждое ограниченное решение уравнения (1) имеет слабый предел на бесконечности.

При выполнении условия (5) любое решение уравнения

$$\frac{dx}{dt} = tA(t)x, \quad A(t) = A^*(t)$$

имеет слабый предел на бесконечности.

**Следствие.** Предположим, что найдется определенный на  $D_A$  постоянный оператор  $B$  с ограниченным обратным такой, что  $\|A(t)B^{-1}\| \in L_1$ . Тогда справедливо утверждение теоремы 6. При этом если оказалось, что  $\|Bx(t)\|$  ограничено, то решение  $x(t)$  не только слабо, но и сильно сходится на бесконечности.

Примером оператора  $A(t)$ , для которого выполняются условия следствия, может служить следующий

$$A(t) = t\xi(t)A_0,$$

где скалярная функция  $\xi(t) \in L_1$ ,  $A_0 = A_0^*$  — постоянный оператор.

В заключение автор выражает свою благодарность М. Г. Гасмону за интересные замечания и внимание к работе.

## Литература

1. Чоадри Л. Асимптотическое поведение и устойчивость решений обыкновенных дифференциальных уравнений. Изд-во "Мир", 1964, 2. Левин А. Ю. ДАН СССР, 176, № 4, 1967, 3. Нгуен Тхе Хоан. Дифференциальные уравнения, № 5, 1968, 4. Далецкий Ю. Л., Крейн М. Г. Устойчивость решений дифференциальных уравнений в банаховом пространстве. Изд-во "Наука", 1970, 5. Вигнер Р. Michigan Math. J., 9, № 1, 1962, 6. Винтнер А. Amer. J. Math., № 1, 1954.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 22. V 1975

Нгуен Тхе Хоан

## ОПЕРАТОР ДИФФЕРЕНЦИАЛ ТЭНЛИК ҺЭЛЛИНИИ СОНСУЭЛЭГДА АСИМПТОТИКАСЫ

Магалада Ванах фаззенында дифференциал тэнликдэрин хэти асимптотикасынн дайнагылыгы үчүн зарури нэ кафи шэртлэр нэбат олуур.

Nguyen the Hoan

## ASYMPTOTIC EQUILIBRA OF LINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS

In this work, we have constructed necessary and sufficient conditions for asymptotic equilibra of linear differential equations in Banach space. Obtained results have been used in the study of asymptotic equivalence of two differential equations.

УДК 517.9

КИБЕРНЕТИКА

А. П. МАХМУДОВ, А. В. ШАПИРО

**О МОДУЛЕ СПЕКТРА ПОЧТИ-ПЕРИОДИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ  
НЕКОТОРЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ  
В БАНАХОВЫХ ПРОСТРАНСТВАХ**

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

Одной из важных характеристик почти-периодической функции является ее спектр (см. [1]). Имеются различные результаты относительно почти-периодичности решений дифференциальных уравнений, полученные при определенных ограничениях на спектр почти-периодических линейных и нелинейных членов рассматриваемых уравнений. Спектр почти-периодической функции тесно связан с классом регулярных для нее последовательностей (см. [2], [3]). Известно, например, что для того, чтобы модуль спектра (см. [2], [3]) одной почти-периодической функции включал в себя модуль спектра другой, необходимо и достаточно, чтобы каждая регулярная для первой последовательность оставалась регулярной и для второй.

В нашей работе устанавливается более глубокая связь между классом регулярных последовательностей и спектром почти-периодической функции (см. лемму 2 и теорему 1). Далее, при определенных условиях (см. теорему 2) установленная связь позволяет исследовать на почти-периодичность решения дифференциальных уравнений вида:

$$\dot{x} = \varphi(t, x) \tag{1}$$

в банаховых пространствах. Часть полученных утверждений обобщают некоторые результаты работ [4], [5], а также частный случай теоремы Америке и теоремы Фавара (см. [1], [6]).

Рассмотрим функцию  $\varphi_k(t, x)$ , определенную на  $J \times K$  (где  $J = (-\infty, +\infty)$ , а  $K$  — подмножество банахова пространства  $X$ , имеющее счетное всюду плотное в себе подмножество) и принимающую значения в  $X$ . Пусть функция  $\varphi_k(t, x)$  удовлетворяет следующим условиям:

а)  $\varphi_k(t, x_0)$   $X$ -почти-периодична (сейчас и в дальнейшем в смысле Бора (см. [1], [2])) по  $t$  для любого фиксированного  $x_0 \in K$ ;

в)  $\varphi_k(t, x)$  равномерно непрерывна по  $x$  на  $J \times K$ .

Очевидно,  $\varphi_k(t, x)$   $X$ -почти-периодична по  $t$ , равномерно по  $x$  на любом компакте  $B \subset K$ , т. е.  $\forall \varepsilon > 0$  и любого компакта  $B \subset$

$K$ , включенного в  $K$ , существует относительно плотное на  $J$  множество  $\{\tau_n(\varepsilon)\}$ , такое, что для любого  $\tau \in \{\tau_n(\varepsilon)\}$  и любого  $x_0 \in B$  имеем:

$$\sup_{t \in J} \|\varphi_k(t + \tau, x_0) - \varphi_k(t, x_0)\| < \varepsilon.$$

**Определение.** Спектром функции  $\varphi_k(t, x)$  с описанными выше свойствами назовем объединение спектров (см. [2], [3]) всех  $X$ -почти-периодических функций  $\varphi_k(t, x_0)$ , где  $x_0$  пробегает множество  $K$ .

Так как  $K$  имеет счетное всюду плотное в себе подмножество, то спектр  $\varphi_k(t, x)$ , который в дальнейшем будем обозначать  $sp(\varphi_k(t, x))$ , является не более чем счетным множеством.

Действительно, пусть  $\{x_1\}_{n=1}^{\infty}$  — счетное всюду плотное в  $K$  подмножество. Тогда для любой точки  $x_0 \in K$  существует последовательность  $\{x_{1_m}\} \subset \{x_1\}$  такая, что

$$\lim_{m \rightarrow \infty} x_{1_m} = x_0.$$

Тогда в силу (в) имеем:

$$\varphi_k(t, x_{1_m}) \rightarrow \varphi_k(t, x_0)$$

равномерно на  $J$  при  $m \rightarrow \infty$ , откуда следует, что

$$sp(\varphi_k(t, x_0)) \subset \bigcup_m sp(\varphi_k(t, x_{1_m})).$$

Легко проверить, что для любого компакта  $B \subset K$  и любой последовательности  $\{h_n\}$  можно из нее извлечь подпоследовательность  $\{h_{n_m}\}$  такую, что последовательность функций  $\{\varphi_{n_m}(t + h_{n_m}, x)\}$  будет сходиться равномерно на  $J$ , равномерно по  $x \in B$  к предельной функции  $\bar{\varphi}_{n_m}(t, x)$ , определенной и удовлетворяющей условиям (а) и (в) на  $J \times B$ . Назовем последовательность  $h = \{h_n\}$  регулярной (стационарной) на  $B$  для функции  $\varphi_n(t, x)$ , если существует предел

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \varphi_n(t + h_n, x) = \bar{\varphi}_{n_m}(t, x) (= \varphi_n(t, x)),$$

равномерный на  $J$ , равномерный по  $x \in B$ . Последовательности  $\{h_n\}$  и  $\{l_n\}$ , регулярные для  $\varphi_n(t, x)$  на  $B$ , будем называть различными, если последовательность  $\{h_n - l_n\}$  не стационарна для  $\varphi_n(t, x)$  на  $B$ .

Модулем спектра назовем наименьший модуль, содержащий этот спектр (см. [6]). Модуль спектра функции  $\varphi_k(t, x)$  будем обозначать  $M(\varphi_k(t, x))$ .

Для равномерно непрерывной на  $J$  со значениями в  $X$  компактной функции  $g(t)$  обозначим через  $H(g)$  замыкание (в пространстве непрерывных ограниченных на  $J$  со значениями в  $X$ ) в топологии локально равномерной сходимости семейства сдвигов  $\{g_h(t) = g(t + h)\}$  функции  $g(t)$ . По аналогии с вышесказанным определяем класс регулярных и стационарных (в топологии локально равномерной сходимости) последовательностей для  $g(t)$ . Для равномерно непрерывной компактной в  $X$  функции  $g(t)$  верна.

**Лемма 1.** Для того, чтобы  $g(t)$  оказалась  $X$ -почти-периодической функцией с  $M(g(t)) \subset M(f(t))$   $X$ -почти-периодической функции  $f(t)$ , необходимо и достаточно, чтобы любая стационарная для  $f(t)$  последовательность оказалась бы стационарной для любой функции  $\bar{g} \in H(g)$ .

**Лемма 2.** Пусть  $B$  — компакт в  $X$ , а  $\varphi_n^1(t, x)$  и  $\varphi_n^2(t, x)$  — определенные и удовлетворяющие условиям (а) и (в) на  $J \times B$  функции. Для того, чтобы  $M(\varphi_n^2(t, x)) \subset M(\varphi_n^1(t, x))$ , необходимо и достаточно, чтобы каждая стационарная на  $B$  для функции  $\varphi_n^1(t, x)$  последовательность была бы стационарной на  $B$  для функции  $\varphi_n^2(t, x)$ .



Для функций  $\varphi_B^1(t, x)$  и  $\varphi_B^2(t, x)$  (из леммы 1) обозначим через  $m_{\varphi_B^1 \varphi_B^2}(\lambda)$ , где  $\lambda \in M(\varphi_B^2(t, x))$ , наименьшее натуральное число такое, что

$$\lambda \cdot m_{\varphi_B^1 \varphi_B^2}(\lambda) \in M(\varphi_B^1(t, x)).$$

Если такого числа нет, то полагаем  $m_{\varphi_B^1 \varphi_B^2}(\lambda) = \infty$ . Обозначим через  $P_{\varphi_B^1 \varphi_B^2}(\lambda)$  наибольшее натуральное число, факториал которого взаимно прост с  $m_{\varphi_B^1 \varphi_B^2}(\lambda)$ , совпадающее с ним, если оно 1 или  $\infty$ . Определив таким образом функцию  $P_{\varphi_B^1 \varphi_B^2}(\lambda)$  на  $M(\varphi_B^2(t, x))$ , на основе леммы 1 и 2 доказывается

**Теорема 1.** Пусть  $B$  — компакт в  $X$ , а  $\varphi_B^1(t, x)$  и  $\varphi_B^2(t, x)$  — определенные и удовлетворяющие условиям (а) и (в) на  $J \times B$  функции. Если

$$M(\varphi_B^2(t, x)) \subset M(\varphi_B^1(t, x)), \quad (2)$$

$$\sup_{\lambda \in M(\varphi_B^2(t, x))} P_{\varphi_B^1 \varphi_B^2}(\lambda) = K < \infty, \quad (3)$$

то существует стационарная для  $\varphi_B^1(t, x)$  на  $B$  последовательность, имеющая  $K+1$  различные регулярные для  $\varphi_B^2(t, x)$  на  $B$  последовательности. Если же  $K = \infty$  ((2) сохраняется, то для любого натурального  $N$  существует стационарная для  $\varphi_B^1(t, x)$  на  $B$  последовательность, имеющая  $N$  различных регулярных для  $\varphi_B^2(t, x)$  на  $B$  подпоследовательностей.

**Теорема 2.** Пусть  $x(t)$  — компактное ( $x(t) \in B$ ) решение уравнения (1) ( $\varphi(t, x) \equiv \varphi_B(t, x)$ ). Для того чтобы  $x(t)$  оказалось  $X$  — почти-периодической функцией и

$$M(x(t)) \subset M(\varphi(t, x)).$$

достаточно, чтобы каждое уравнение

$$\dot{x} = \tilde{\varphi}_{hB}(t, x) \quad (1_h)$$

имело бы не более одного решения из класса  $H(x)$ .

**Теорема 3.** Пусть  $x(t)$   $X$  — почти-периодическое ( $x(t) \in B_e$ ) решение уравнения (1) ( $\varphi(t, x) \equiv \varphi_B(t, x)$ ) и число различных решений из  $H(x)$  уравнения (1) конечно. Тогда

$$M(x(t)) \subset M_0(\varphi(t, x)), \quad (4)$$

где  $M_0(\varphi(t, x))$  — наименьший модуль, содержащий всевозможные произведения чисел из  $M(\varphi(t, x))$  на рациональные числа.

Из теорем 2 и 3, в частности, следуют:

1) первая и вторая теоремы Фавара (см. [1]) (а также их обобщение для степановских почти-периодических функций в работе [7] и следствие к теореме Американо из [6] (стр. 441);

2) теорема 1 из работ [4] и [5];

3) включение (4) для рассматриваемых в теореме Американо решений (см. [6]).

#### Литература

1. Левитан Б. М. Почти-периодические функции. Гостехиздат, 1953. 2. Amerio L., Prouse G. Almost Periodic Functions and Functional Equations, The University series in Higher Mathematics. 1971. 3. Corpeil W. A. Ann. mat. pura ed appl. 1967, 76, 27—49. 4. Чересиз В. М. О модуле показателей Фурье почти-периодических решений. „Дифференц. уравнения“, 8, № 12, 1972. 5. Montandon B. Almost Periodic Solutions and Integral Manifolds for weakly Nonlinear Nonconservative Systems. Journal of Differential Equations, Vol. 12, N 3, November 1972.

6. Демидович Б. П. Лекции по математической теории устойчивости. Изд-во „Наука“, М., 1967. 7. Махмудов А. П., Аббасов Р. Г., Шапиро А. В. Почти-периодические решения линейных дифференциальных уравнений в банаховом пространстве с почти-периодическим по Степанову свободным членом. № 2530—74, Деп. ВИНТИ, 1974.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 9. IV 1975

Э. П. Махмудов, А. В. Шапиро

#### БАНАХ ФЭЗАЛАРЫНДА БЭ'ЗИ ДИФФЕРЕНЦИАЛ ТЭНЛИКЛЭРИН САНКИ ПЕРИОДИК ХЭЛЛЭРИНИН СПЕКТРИНИН МОДУЛУ ХАГГЫНДА

Мэгалэдэ санки периодик функцианын хассэлэри илэ онун спектриини элагэси өүрэнлир.

Мэ'лумдур ки,  $f(t)$  вэ  $f_1(t)$  санки периодик функциалар олдугда  $f(t)$  функци-  
ясынын спектриини модулуна  $f_1(t)$  дахил олмасы үчүн зэрури вэ кафи шэрт  $f(t)$   
үчүн стасионар олан нэр бир ардычыллыгы  $f_1(t)$  үчүн дэ стасионар олмасыдыр.

Мэгалэдэ бу фактын мүнүм инкишафы Банах фэзаларында верилмиш гэври-  
хэтти  $\dot{x} = \varphi(t, x)$  дифференциал тэнлижини санки периодик хэллэрини тэдгиг етмэжэ  
имкан жарадыр.

УДК 541.64:078.74:539.107

ФИЗИКА

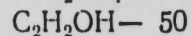
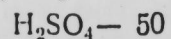
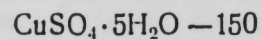
Акад. Г. Б. АБДУЛЛАЕВ, А. И. АЛЕКПЕРОВ, С. А. АБАСОВ,  
С. И. МЕХТИЕВА, Ш. В. МАМЕДОВ, И. М. ИСМАЙЛОВ

**ВЛИЯНИЕ СЕЛЕНА, ВВЕДЕННОГО ПРЯМЫМ ХИМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ, НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ПЛЕНОК**

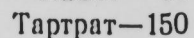
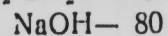
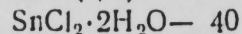
Известные методы [1—3] не обеспечивают прямого введения селена в полиэтиленовые (ПЭ) пленки. Описываемый метод отличается тем, что введение селена в ПЭ-пленки осуществляется при низких температурах (20—25° С). Этот метод обеспечивает прямое введение селена в ПЭ-пленки путем их химической обработки раствором селенистой кислоты в присутствии восстановителей.

ПЭ пленки, предназначенные для химической обработки, предварительно обезжиривались в обезвоженном ацетоне.

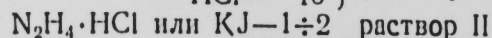
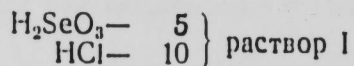
Обезжиренная ПЭ-пленка протравливалась [4] и затем активировалась раствором (г/л)



Активирование проводилось после сенсibilизирования пленки раствором следующего состава (г/л):



Введение селена в ПЭ-пленку осуществлялось из раствора следующего состава (г/л):



Для приготовления раствора I берут 5 г  $\text{H}_2\text{SeO}_3$ , доводят до 1 л раствором; содержащим 10 г/л  $\text{HCl}$ .

Раствор II приготавливается растворением 1÷2 г  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{HCl}$  в одном литре дистиллированной воды.

ПЭ-пленку погружают в раствор I и тут же добавляют раствор II в соотношении 1:1, оставляют на 10—20 часов при температуре 20—30° С, через каждые 3—4 часа перемешивают в течение 2—3

минут, затем повышают температуру смеси до 70° С и поддерживают ее 2 часа.

Пленку, обработанную указанным способом, промывают водой, затем осажденный на поверхность селен снимают обработкой пленки азотной кислотой (1:1), тщательно промывают водой, споласкивают этиловым спиртом и высушивают при комнатной температуре. Содержание введенного в ПЭ-пленку селена меняется в зависимости от времени пребывания ее в селенисто-кислом растворе.

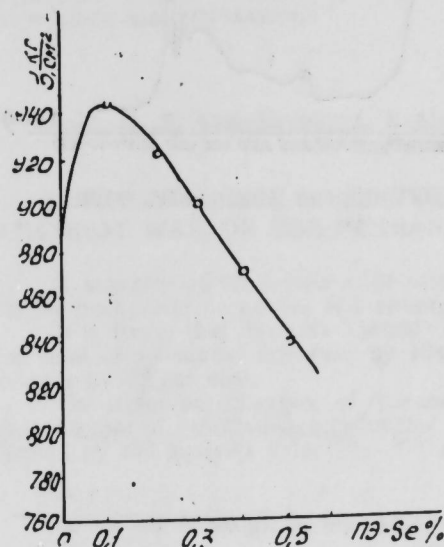


Рис. 1. Зависимость механической прочности ПЭ от содержания селена.

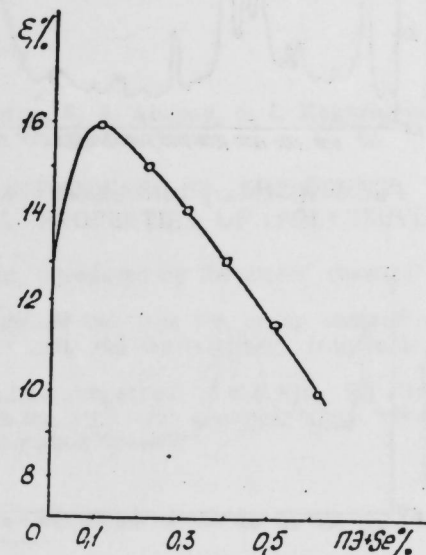


Рис. 2. Зависимость относительного удлинения ПЭ при разрыве от содержания селена.

Селенистая кислота под действием  $\text{I}_2\text{H}_4 \cdot \text{HCl}$  или  $\text{KJ}$  восстанавливается до элементарного селена, который покрывает поверхность пленки и входит внутрь ее. При осуществлении этого метода достигается прямое введение селена в ПЭ-пленки.

С целью установления влияния селена, введенного указанным способом в ПЭ-пленку, на ее механические свойства были определены механическая прочность и относительное удлинение в зависимости от содержания селена в весовых процентах. Эти характеристики определялись на разрывной установке, обеспечивающей постоянство механического напряжения с момента нагружения образца до его разрыва при постоянной температуре [5].

На рис. 1 приведена зависимость механической прочности  $\sigma$ , а на рис. 2—зависимость относительного удлинения  $\epsilon$  % ПЭ-пленки от содержания селена в весовых процентах. Как видно из рис. 1 и 2, при содержании 0,1 вес. % селена механическая прочность ПЭ-пленки увеличивается на 15%, а относительное удлинение—на 30%.

По-видимому, наблюдаемые изменения механических свойств ПЭ-пленки после введения селена связаны со структурными изменениями. Чтобы обнаружить структурные изменения, происходящие в ПЭ-пленке после введения селена, были сняты ИК-спектры поглощения исходной пленки и пленки с примесью селена.

Из сравнения ИК-спектров видно, что сильная полоса при частоте  $1740 \text{ см}^{-1}$ , существующая в исходном ПЭ (рис. 3), не наблюдается в случае ПЭ с примесью селена (рис. 4). По литературным данным [6],

эта полоса поглощения обусловлена валентными колебаниями групп  $\text{C}=\text{O}$ , продукта разложения полиэтилена вследствие термо- и фотодеструкции. Исходя из этого, можно заключить, что введение добавок селена в полиэтилен приводит к повышению стойкости полиэтилена к окислительной деструкции, т. е. к старению.

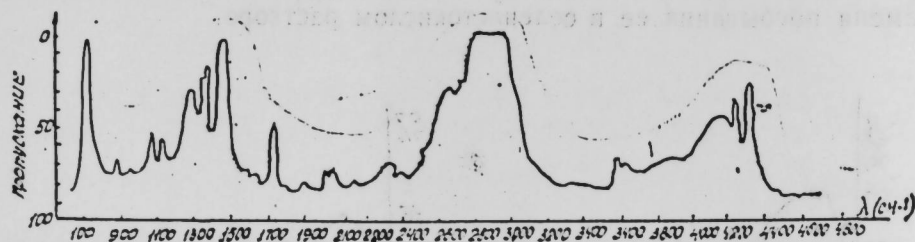


Рис. 3. ИК-спектр поглощения исходной ПЭ-пленки (толщиной 220 мкм).

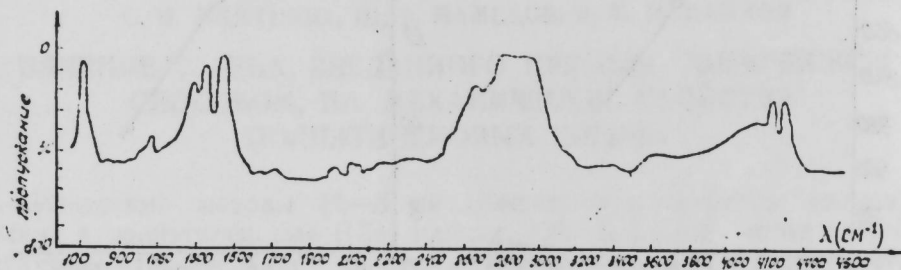


Рис. 4. ИК-спектр поглощения ПЭ-пленки с добавкой селена (толщиной 220 мкм).

Наряду с этим на ИК-спектрах полиэтилена с добавками селена, как правило, пропускание значительно меньше, т. е. появляется фон. Последний может быть обусловлен рассеянием ИК-излучения от областей с отличными от основного вещества показателями преломления. Таковыми в полимерах являются надмолекулярные образования тех или иных размеров. Отсюда можно заключить, что введение селена в полиэтилен приводит к изменению в молекулярной и надмолекулярной структуре полиэтилена, т. е. образованию большого количества областей с большей регулярностью в строении.

Полученные результаты показывают, что добавки селена, играющие роль наполнителя в полиэтилене, изменяют его структуру, замедляют процесс деструкции и приводят к заметному увеличению механических свойств.

#### Литература

1. Бюлл. Бельгия С 08, f № 587602.
2. Бюлл. Бельгия С 08, f № 578199.
3. Патент ФРГ 39 в 22/06, № 1224922.
4. Шалкаускас М., Башкалис А. Химическая металлизация пластмасс. Изд-во «Химия», Л., 1972.
5. Слуцкер А. Н., Томашевский Э. Е. Зав. лаб. 29, 994, 1963.
6. Збинден Р. Инфракрасная спектроскопия высокополимеров. Изд-во «Мир», М., 1966, стр. 38.

Институт физики

Поступило 28. X 1975

h. Б. Абдуллаев, Э. И. Элэкбаров, С. А. Аббасов, С. И. Мехдијева,  
Ш. В. Мәмәдов, И. М. Исмаїлов

#### КИМЈАВИ ҮСУЛЛА ДАХИЛ ЕДИЛМИШ СЕЛЕНИН ПОЛИЭТИЛЕН ПЛҲОНКАСЫНЫН МЕХАНИКИ ХАССЭЛЭРИНЭ ТЭ'СИРИ

Мәгаләдә кимјәви үсулла дахил едилмиш селенин полиетиленни механики хассәләринә вә гурулушуна тә'сири өҗрәнилмишдир.

Мүәҗһәнләшдирилмишдир ки, 0,1 чәки %-ли селән полиетилен плҲонкасынын механики мөһкәмлијини 15, нисби узанмасыны 30% артырыр.

Селенин тә'сириндән сонра полиетилен плҲонкасынын механики хассәләриндә мүшәһидә олунан дәјишмәләр онун молекулјар вә ифратмолекулјар гурулушунун дәјишмәси илә әлағәдардыр.

Acad. G. B. Abdullayev, A. I. Alekperov, S. A. Abasov, S. I. Mekhtiyeva,  
Sh. V. Mamedov, I. M. Ismaylov

#### THE INFLUENCE OF SELENIUM, INTRODUCED BY THE DIRECT CHEMICAL WAY, ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF POLYETHYLENE

It was studied the influence of selenium, introduced by the direct chemical way on its mechanical properties and structures.

It is fixed, that the mechanical fastness of the film PE, under content of 0,1 per cent of selenium, increases by 15% per cent, and the relatively lengthening increases by 30 per cent.

The observed changes of the mechanical properties of the film PE after the introduction of selenium are connected with the structural changes, which were confirmed by the analysis data UR—of the absorption spectra.

УДК 531.781

ФИЗИКА

Чл.-корр. АН СССР Г. Б. АБДУЛЛАЕВ, Г. Д. ГУСЕЯНОВ, В. Д. РУСТАМОВ

НОВЫЙ ФОТОАКУСТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Обнаружен ранее неизвестный эффект, выражающийся в появлении электродвижущей силы на концах ориентированного однородного кристалла (центросимметричного) полупроводника под действием равномерного электромагнитного (видимого, ИК- и рентгеновского) излучения при воздействии на него акустических волн.

Данное явление экспериментально наблюдалось на монокристаллах тройного полупроводникового соединения  $TlInSe_2$ . Оно кристаллизуется в тетрагональной решетке (с параметрами решетки  $a=8,02 \text{ \AA}$   $c=6,83 \text{ \AA}$  и  $z=4$ ) и относится к пространственной группе  $D_{4h}^{18} - i4/mcm$ . Кристаллы данного соединения имеют центр симметрии и не обладают пьезоэлектрическими свойствами. Монокристаллические пластинки толщиной  $0,2 \div 0,5 \text{ мм}$  и шириной  $1 \div 1,5 \text{ мм}$  с двумя симметричными омическими электродами на торцах (001) через жесткий акустический контакт установлены на излучатель звуковых волн. При облучении электромагнитными излучениями в отсутствие воздействия звуковых волн отсутствовала и электродвижущая сила на электродах (отстоящих друг от друга на  $3 \div 4 \text{ мм}$ ), так же, как в темноте. Однако при одновременном воздействии света и звуковых волн ( $500 \div 200\,000 \text{ гц}$ ) на электродах появляется существенная э. д. с. или же постоянный ток при их замыкании. Величина возникшей э. д. с. зависит от интенсивности света, частоты и амплитуды звука. Для различных образцов при амплитуде напряжений питания излучателя  $10 \div 30 \text{ в}$  и освещенности  $1000 \text{ лкс}$  максимальная величина возникшей фотоакустической э. д. с. варьировалась в пределах  $0,3 - 1,5 \text{ в}$ . Указанные величины фотоакустической э. д. с. можно было плавно свести к нулю постепенным затемнением кристалла или же убыванием амплитуды питания источника звуковых колебаний. Для некоторых наиболее чувствительных кристаллов при более высоких интенсивностях света ( $J > 1000 \text{ лкс}$ ) наблюдалось полное насыщение люксвольтажной характеристики и последующий спад с ростом интенсивности. Наблюдаемая фотоакустическая э. д. с., согласно результатам предварительных исследований, имеет и другие специфические особенности, отличающие ее от остальных известных фотовольтаических явлений. Более подробно о данном явлении будет сообщено в последующих публикациях. Тем не менее, на данной стадии уже твердо установлено, что наблюдаемый нами фотоакустический эффект, по своей природе совершенно отличается от открытого недавно известного акустомагнитоэлек-

трического эффекта Ю. В. Гуляева и других [2], близкого по названию, где электродвижущая сила возникает в телах, проводящих ток, при совместном воздействии звука и магнитного поля. В указанном эффекте использованы, во-первых, не звуковые, а высокочастотные ультразвуковые (где  $\nu \gg 10^7 \text{ гц}$ ) волны, способные увлекать в проводящей среде за собой электроны от соответствующих энергетических состояний, а, во-вторых, поперечная э. д. с. при этом обусловлена отклонением увлеченных звуком носителей со стороны приложенного перпендикулярно к распространению ультразвука постоянного магнитного поля. Электродвижущая сила в обнаруженном нами фотоакустическом эффекте отличается также от э. д. с. при электронном термомагнитном эффекте [3], где в проводнике, перпендикулярно к приложенному постоянному магнитному полю и градиенту интенсивности миллиметрового (и субмиллиметрового) электромагнитного излучения возникает электродвижущая сила.

По всей вероятности, обнаруженное нами явление обусловлено возникновением упорядоченных барьерных слоев в кристалле при их облучении акустическими волнами. С изменением частоты акустического возбуждения периодически меняется полярность наблюдаемой фотоакустической электродвижущей силы. Изменяется и характер спектральной зависимости фотоакустической электродвижущей силы при изменении фиксированных частот возбуждения. На определенных частотах акустических волн спектральная характеристика приобретает биполярную и другие специфические особенности.

Обнаруженное явление представляет большое научно-практическое значение и может лечь в основу разработки новых типов полупроводниковых преобразователей.

Литература

1. Guseinov G. D., Mooser E. et al. Phys. Stat. Sol., 34, 33—44, 1969. 2. Гуляев Ю. В. Эпштейн Э. М., Гринберг А. А., Крамер Н. И., Корольков А. П., Рой В. Ф. Акустомагнитоэлектрический эффект. СССР, открытие за № 133. "Открытия в СССР". Физика, 1957—1975 гг., стр. 39—41. Баку, 1975, бюлл. "Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки", № 48, 1973. 3. Выставки А. Н., Коган Ш. М., Лифшиц Т. М., Мельник П. Г. Электронный термомагнитный эффект. Открытия в СССР. Физика, 1957—1975 гг., стр. 7—8. Диплом № 21. Баку, 1975.

Институт физики

Поступило  
31. XII 1975

Г. Б. Абдуллаев, Г. Д. Гусейнов, В. Д. Рустамов

ЖЕНИ АКУСТИК ЭФФЕКТ

Илк дэфэ оларак симметрија мэркэзи олан бирчинсли кристаллин гаршы үзлэриндэ электромагнит (көрүнэн, ИГ вэ ренткен) шүасы вэ акустик далгаларын тэ'с ири нэтичэсиндэ сабит ЕНГ Јаранмасындан ибарэт жени физики һадисэ мүшаһидэ едилмишдир.

G. B. Abdullaev, G. D. Guseinov, V. D. Rustamov

The NE NEV PHOTOACOUSTIC EFFECT

Early unknown physical phenomenon is revealed experimentally. Its essence consists in constant electromotive force at the ends of the homogeneous crystal, stimulated by the complex influence of even electromagnetic (visible, infrared and X-ray) radiation and acoustic waves ( $100 \div 90000 \text{ hertz}$ ).

УДК 519. 24

КИБЕРНЕТИКА

Чл.-корр. А. А. АБДУЛЛАЕВ, Т. И. КОПЫСИЦКИЙ, Р. Ю. ЮСИФОВ

### ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ВЫБОРА МОДЕЛИ ОБЪЕКТА

При разработке моделей для АСУ ТП нефтехимии и нефтепереработки часто возникала ситуация, когда количество независимых переменных, которые потенциально могут быть включены в модель, очень велико. Обычно это связано с необходимостью включения в модель показателей качества сырья типа фракционного состава и т. п.

В таких случаях для выбора подмножества информативных переменных при построении регрессионной модели применяют ряд методов: алгоритм включения, исключения, шаговой регрессии и т. д. [1, 2]. Однако указанные методы не всегда дают однозначное решение; в частности, модели различной размерности, с различным числом включенных факторов могут иметь одинаковую точность. При этом большинство исследователей безоговорочно выбирают ту модель, которая включает в себя наибольшее количество факторов, обосновывая этот прием сохранением информативности модели.

Ниже исследуется эта ситуация и предлагается критерий для отбора факторов с учетом статистических свойств оценок параметров и прогнозирующих свойств модели, характеризующих ее информативность.

Известно [5], что одной из важных оценок модели является величина  $L^2$ —сумма квадратов отклонений оцененных параметров от их истинных значений.

Пусть

$$L^2 = (\hat{a} - a)^T (\hat{a} - a), \quad (1)$$

где  $\hat{a}$ —оценки коэффициентов регрессии;

$a$ —истинные значения коэффициентов регрессии.

Можно показать [5], что

$$E(L^2) = \sigma_0 \text{Tr} [(x^T x)^{-1}] \quad (2)$$

где  $E$ —знак математического ожидания;

$\text{Tr} [(x^T x)^{-1}]$ —след ковариационной матрицы.

и при условии

$$\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_r > 0 \quad (3)$$

имеем

$$E(L^2) = \sigma_0^2 \sum_{i=1}^r \frac{1}{\lambda_i}, \quad (4)$$

где  $\lambda_i$ —собственные числа ковариационной матрицы;

$\sigma_0^2$ —остаточная дисперсия.

Ясно, что  $E(L^2)$  зависит от выбора подмножества факторов  $J \subset M$ , где  $M$ —множество всех факторов, которые могут быть включены в рассматриваемую модель.

Рассмотрим случай, когда регрессионные модели, построенные на подмножествах  $J_1$  и  $J_2$ , эквивалентны по величине остаточной среднеквадратичной ошибке. Предположим сначала, что  $J_2 \subset J_1$ ,—число факторов, соответствующих  $J_1$ — $r$  и  $J_2$ — $k$ . При этом матрица нормальных уравнений, соответствующая  $J_1$ , получается окаймлением матрицы для  $J_2$ . Обозначим  $E(L^2)$  для подмножеств  $J_1$  и  $J_2$  соответственно через  $E(L_1^2)$  и  $E(L_2^2)$ . Тогда получим:

$$E(L_1^2) - E(L_2^2) = \sigma_0^2 \left( \sum_{i=1}^r \frac{1}{\lambda_i} - \sum_{i=1}^k \frac{1}{\lambda_i} \right), \quad (5)$$

где  $\lambda_i'$  и  $\lambda_i''$ —собственные числа корреляционных матриц множеств независимых переменных  $J_1$  и  $J_2$  соответственно.

Проанализируем члены разности в правой части (5)

$$\sum_{i=1}^r \frac{1}{\lambda_i'} = \sum_{i=1}^k \frac{1}{\lambda_i'} + \sum_{i=k+1}^r \frac{1}{\lambda_i'} \quad (6)$$

Согласно условию (3) очевидно, что

$$\sum_{i=1}^r \frac{1}{\lambda_i'} \geq \frac{k}{\lambda_1'} + \frac{r-k}{\lambda_{k+1}'} \quad (7)$$

Аналогично и для второго выражения

$$\sum_{i=1}^k \frac{1}{\lambda_i''} \leq \frac{k}{\lambda_k''} \quad (8)$$

По теореме Штурма [3]

$$\lambda_i' \geq \lambda_{i+1}'.$$

Тогда

$$\frac{k}{\lambda_{k+1}'} \geq \frac{k}{\lambda_k''} \geq \sum_{i=1}^k \frac{1}{\lambda_i''}, \quad (9)$$

и, меняя знаки, имеем:

$$-\sum_{i=1}^k \frac{1}{\lambda_i''} \geq -\frac{k}{\lambda_{k+1}''} \quad (10)$$

Суммируем (7) и (10):

$$\sum_{i=1}^r \frac{1}{\lambda_i'} - \sum_{i=1}^k \frac{1}{\lambda_i''} \geq \frac{k}{\lambda_1'} + \frac{r-k}{\lambda_{k+1}'} - \frac{k}{\lambda_{k+1}''} = \frac{k}{\lambda_1'} + \frac{r-2k}{\lambda_{k+1}'} \quad (11)$$

Если последнее выражение больше нуля, то можно сказать, что приближение оценок коэффициентов к их истинным значениям становится лучше от уменьшения размерности с  $r$  до  $k$ . Для этого необходимо, чтобы:

$$\frac{\lambda_{k+1}'}{\lambda_1'} > 2 - \frac{r}{k} \quad (12)$$

В частном случае, когда соотношение размерностей превышает 2:1 предпочтительность модели меньшей размерности очевидна.

Рассмотрим приведенную выше ситуацию с точки зрения величины ошибки предсказания. Известно [4], что

$$\sigma_{\text{пр}}^2(x) = \sigma_0^2 [1 + (x - \bar{x})^T C^{-1} (x - \bar{x})]. \quad (13)$$

Здесь  $\sigma_{pr}^2(x)$  — дисперсия предсказания выхода;  
 $\sigma_0^2$  — остаточная дисперсия выхода;

$C^{-1}$  — корреляционная матрица входных переменных.

Переход от пространства исходных переменных к пространству главных компонент позволяет выразить ошибку предсказания следующим образом:

$$\sigma_{pr}^2(x) = \sigma_0^2 \left[ 1 + \Lambda^T \begin{pmatrix} \frac{1}{\lambda_1} \\ \vdots \\ \frac{1}{\lambda_k} \end{pmatrix} \Lambda \right] = \sigma_0^2 \left[ 1 + \sum_{i=1}^k \frac{\Lambda_i^2}{\lambda_i} \right] \quad (14)$$

Здесь  $\Lambda_i$  — главные компоненты;  
 $\lambda_i$  — собственные числа матрицы  $C$ .

Тогда  $\sigma_{pr}^2$  для уравнений регрессии с размерностями  $r$  и  $k$  ( $r > k$ ) можно записать:

$$\sigma_{pr_1}^2(x) = \sigma_0^2 \left[ 1 + \sum_{i=1}^r \frac{\Lambda_i^2}{\lambda_i} \right] \quad (15)$$

$$\sigma_{pr_2}^2(x) = \sigma_0^2 \left[ 1 + \sum_{i=1}^k \frac{\Lambda_i^2}{\lambda_i} \right]. \quad (16)$$

Рассмотрим отношение дисперсий предсказания

$$\frac{\sigma_{pr_1}^2(x)}{\sigma_{pr_2}^2(x)} = \frac{1 + \sum_{i=1}^r \frac{\Lambda_i^2}{\lambda_i}}{1 + \sum_{i=1}^k \frac{\Lambda_i^2}{\lambda_i}}. \quad (17)$$

Отсюда следует, что точность предсказания зависит от размерности, а также от выбранного пространства.

В частном случае если первые  $k$ ,  $\Lambda_i^{(r)}$  из  $r$ -мерного пространства коллинеарны векторам  $\Lambda_i^{(k)}$   $k$ -мерного пространства, т. е. если

$$\cos(\Lambda_j^{(k)}, \Lambda_j^{(r)}) \approx 1, \quad (18)$$

то (17) примет вид

$$\frac{\sigma_{pr_1}^2(x)}{\sigma_{pr_2}^2(x)} = \frac{1 + \sum_{i=1}^k \frac{\Lambda_i^2}{\lambda_i} + \sum_{i=k+1}^r \frac{\Lambda_i^2}{\lambda_i}}{1 + \sum_{i=1}^k \frac{\Lambda_i^2}{\lambda_i}} = 1 + \frac{\sum_{i=k+1}^r \frac{\Lambda_i^2}{\lambda_i}}{1 + \sum_{i=1}^k \frac{\Lambda_i^2}{\lambda_i}} \quad (19)$$

Из выражения (19) видно, что при выполнении условия (18) предсказание по модели меньшей размерности предпочтительнее.

Следует указать, что условие (18) может быть выполнено только при выполнении равенства

$$Z_1^T P_1 = 0. \quad (20)$$

Это условие получается из требования расположения первых собственных векторов для обеих матриц в одинаковых подпространствах. При этом матрица нормальных уравнений размерности представима в виде:

$$\begin{pmatrix} \sum_1 & | & Z_1 \\ \hline Z_1^T & | & W \end{pmatrix} \quad (21)$$

где  $\sum_1$  — ковариационная матрица переменных из  $J_1$ ,  
 $P_1$  — собственные векторы матрицы  $Z_1$ .

В случае, если условие (20) не выполняется, можно указать подпространство пространства исходных переменных, где (19) может принимать значения меньше и больше единицы.

Этим может быть обоснован выбор более информативной модели, но в различных областях интересующего нас пространства.

Очевидно, что существует гиперповерхность, делящая  $n$ -мерное пространство на части, в которых дисперсия предсказания по различным моделям различна. Ею будет гиперповерхность равных дисперсий, предсказания уравнения которой получится из условия равенства дисперсий предсказания зависимой переменной по моделям с различными подмножествами независимых переменных. Т. е. если  $\sigma_{pr_1}^2 = \sigma_{pr_2}^2$ , то

$$\sigma_0^2 \{ 1 + (x^{(r)} - \bar{x}^{(r)})^T C_1^{-1} (x^{(r)} - \bar{x}^{(r)}) \} = \sigma_0^2 \{ 1 + (x^{(k)} - \bar{x}^{(k)})^T \times \\ \times C_2^{-1} (x^{(k)} - \bar{x}^{(k)}) \}, \quad (22)$$

где  $C_1^{-1}$  — ковариационная матрица для модели с  $r$  переменными;

$C_2^{-1}$  — ковариационная матрица для модели с  $k$  переменными.

После преобразований и перехода к главным компонентам получим:

$$\Lambda'^T \lambda'^{-1} \Lambda' = \Lambda''^T \lambda''^{-1} \Lambda'', \quad (23)$$

где  $\Lambda'$  и  $\Lambda''$  — значения главных компонент для подмножества  $J_1$  и  $J_2$  соответственно.

Далее, представим  $\Lambda_j''$  в виде разложения по  $\Lambda_i'$ :

$$\Lambda'' = A \Lambda' \quad (24)$$

Подставив (24) в (23), имеем:

$$\Lambda'^T \lambda'^{-1} \Lambda' = \Lambda'^T A^T \lambda''^{-1} A \Lambda'. \quad (25)$$

Правая и левая часть выражения (25) представляют собой квадратичные формы с матрицами  $\lambda'^{-1}$  и  $A^T \lambda''^{-1} A$ .

Так как  $\lambda'^{-1} > 0$ , т. е. квадратичная форма  $\Lambda'^T \lambda'^{-1} \Lambda'$  положительно определена, то существует преобразование, приводящее ее к нормальному виду [3]. Легко видеть, что это достигается преобразованием:  $\Lambda' = \lambda'^{\frac{1}{2}} Z$ . Тогда (25) переписывается так:

$$Z^T Z = Z^T \lambda'^{\frac{1}{2}} A^T \lambda''^{-1} A \lambda'^{\frac{1}{2}} Z. \quad (26)$$

Для формы в правой части (26) ищем ортогональное преобразование:

$$Z = B Y, \quad (27)$$

приводящее ее к каноническому виду:

$$Y^T D Y = \sum_{i=1}^r D_i Y_i^2. \quad (28)$$

Применив преобразование (27) к левой части (26), получим  $Y^T B^T B Y = Y^T Y$  ввиду ортогональности преобразования. Окончательно имеем:

$$Y^T Y = Y^T D Y.$$

Отсюда следует, что условие

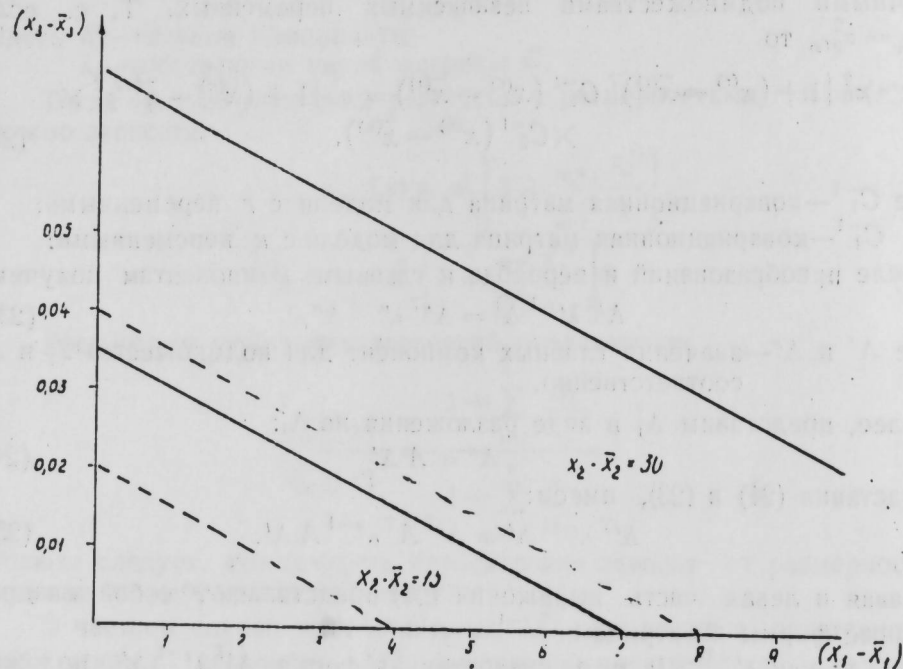
$$Y^T D Y (Y^T Y)^{-1} < 1 \quad (29)$$

является критерием выбора модели. Причем точки области, удовлетворяющие (29), будут множеством, на котором предпочтительнее использовать модель меньшей размерности.

## Выводы

Для решения задач управления нежелательно выбирать одну регрессионную модель для использования во всех точках интересующего пространства.

2. Показано, что регрессионные модели большой размерности при равной или близкой точности нежелательны ввиду худшей точности оценок параметров.



3. Показано, что предположение большей информативности модели большей размерности может быть оправдано только в некотором подпространстве, определяемом условием (29).

### Пример:

Для математического описания процесса каталитического крекинга предположены две модели, полученные методом множественной регрессии:

$$I. Y_1 = -120,5153 - 2,080015 x_1 + 0,32308 x_2.$$

$$II. Y_2 = -119,9886 - 2,109083 x_1 + 0,33394 x_2 - 5,9584 x_3.$$

$x_1$  — кратность циркуляции;  $Y$  — выход газа;

$x_2$  — температура реактора;  $x_3$  — весовая скорость.

Модели имеют различную размерность, но обладают одинаковой точностью в смысле среднеквадратичной ошибки ( $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = 1,73$ ). Корреляционная матрица, ее собственные числа и векторы следующие:

Корреляционная матрица

Собственные числа

для первой модели		для второй модели		Собственные числа	
для первой модели	для второй модели	для первой модели	для второй модели	для первой модели	для второй модели
1,0	0,1407	1,0	0,1407	1,1407	1,194
	1,0		1,0	0,85929	1,014
					0,7917

## Собственные векторы

для первой модели		для второй модели	
0,707	-0,707	0,475	0,714
0,707	0,707	0,719	0,0014
		0,497	-0,699

Проверка моделей по критерию (19) дает:

$$\frac{\lambda_3}{\lambda_1} = \frac{0,7917}{1,194} = 0,69; \quad 2 - \frac{r}{k} = 2 - \frac{3}{2} = 0,5;$$

так как  $0,69 > 0,5$ , то выбор модели I предпочтителен.

По критерию (19) была исследована рабочая область для уравнений I и II. На основе полученных результатов был построен график, на котором выделены области предпочтительности моделей I или II. На рисунке показаны границы областей в сечениях по  $x_2$ , в которых значение критерия (19) больше единицы.

Исследование областей показало, что по мере удаления от центра эксперимента по  $x_2$  значение критерия (19) увеличивается. Разница между моделями больше по мере удаления от начальной области эксперимента, что объясняется одинаковой точностью обеих моделей около центра эксперимента.

## Литература

- Химмельблау Д. М. Анализ процессов статистическими методами. Изд-во "Мир", М., 1973.
- Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. "Статистика", М., 1973.
- Рао С. Р. Линейные статистические методы и их применение. Изд-во "Наука", М., 1968.
- Налимов В. В., Чернова Н. А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. Изд-во "Наука", М., 1965.
- Thomas A. Jones, Multiple regression with correlated interdependent variables. Mathematical Geology, vol. 4, № 3, 1972.

НИПИ Нефтехимавтомат

Поступило 10. 1 1975

А. А. Абдуллаев, Т. И. Копыситски, Р. У. Юсифов

## ОБЪЕКТ МОДЕЛИНИН СЕЧИЛМЭСИ ҮСУЛУ ҲАГҒЫНДА

Мағаләдә сјни дәғиглијә малик моделләр чохлуғундан тәләб олуан бир моделин сечилмәси мәсәләсинә бахылыр.

Сечилмә үсулу нә критеријасы тәклиф олунар.

Киришләр фәзасында мүсабигә олуан моделләрин габагчадан прогностлашдырычы дисперсијасынын дәјимәси тәһлил едилир.

Критеријанын истифадәси әдәди мисалларла көстәрилир.

A. A. Abdullayev, T. I. Kopsisitsky, R. U. Usifov

## ON A METHOD OF CHOICE OF THE OBJECT MODEL

The problem of choosing a model out of the set of models having the identical accuracy is discussed. Both the criterion and method of choice are put forward. Variation of the prediction dispersion is analysed for the competing models in the input spaces. Use of criterion is illustrated with the numerical example.

УДК 62-50

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА

Чл.-корр. Я. Б. КАДЫМОВ, А. И. МАМЕДОВ, Э. М. ЗЕЯЛОВА

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
В НЕКОТОРОЙ НЕОДНОРОДНОЙ СИСТЕМЕ  
С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

В настоящее время вопросам оптимального управления системами с распределенными параметрами уделяется большое внимание [1-3 и др.].

В работах [4-5] представлены методы, позволяющие привести системы с распределенными параметрами, описываемые уравнениями с частными производными гиперболического типа, к импульсным системам [6]. При таком представлении упомянутой системы с распределенными параметрами в работах [2-3] решены различные задачи оптимального управления.

В настоящей статье решается задача оптимального управления в неоднородной системе с распределенными параметрами при использовании метода вариационного исчисления.

I. Постановка задачи

Пусть управляемая неоднородная система описывается дифференциальными уравнениями

$$\frac{d\omega_n(t)}{dt} = U(t) - M_n(t), \quad (1)$$

$$-\frac{\partial \omega(x,t)}{\partial x} = \kappa(x) \frac{\partial M(x,t)}{\partial t} + g(x) M(x,t), \quad (2)$$

$$-\frac{\partial M(x,t)}{\partial x} = z(x) \frac{\partial \omega(x,t)}{\partial t} + c(x) \omega(x,t),$$

где

$$M_n(t) = M(0,t),$$

$\kappa, z, g, c$  зависят от  $x$  и положительны ( $\kappa > 0, z > 0, g > 0, c > 0$ ),  $\omega(x,t), M(x,t)$  — обобщенные параметры,  $u(t)$  — управление.

Начальные и граничные условия имеют такой вид:

$$\omega(x,0) = 0, \quad M(x,0) = 0 \quad (0 < x < l),$$

$$\omega(0,t) = \omega_n(t), \quad M(l,t) = 0.$$

Задача оптимального управления формулируется как нахождение функций  $u(t)$  и  $\omega_n(t)$ , которые доставляют максимум функционала  $J = \int_0^{T_1} \omega_n(t) dt$  за время  $T_1$  при обеспечении  $Q_{\text{зад}} = \int_0^{T_1} u^2(t) dt$ .

В настоящей работе рассматривается случай, когда  $\kappa(x), z(x), g(x)$  и  $c(x)$  — кусочно-постоянные функции.

Рассматривается следующий вид кусочно-постоянных функций:

$$\kappa(x) = \begin{cases} \kappa_1 & (0 < x < l_1) \\ \kappa_2 & (l_1 < x < l_1 + l_2 = l), \end{cases}$$

$$z(x) = \begin{cases} z_1 & (0 < x < l_1) \\ z_2 & (l_1 < x < l_1 + l_2 = l), \end{cases}$$

$$g(x) = \begin{cases} 0 & (0 < x < l_1) \\ g_2 & (l_1 < x < l_1 + l_2 = l), \end{cases}$$

$$c(x) = \begin{cases} 0 & (0 < x < l_1) \\ c_2 & (l_1 < x < l_1 + l_2 = l), \end{cases}$$

где  $\kappa_1, \kappa_2, z_1, z_2, g_2, c_2$  — постоянные коэффициенты, т. е. рассматривается кусочно-однородная система, состоящая из двух однородных звеньев.

Вследствие этого полученная неоднородная система будет описываться уравнениями

$$\frac{d\omega_{1n}(t)}{dt} = u(t) - M_{1n}(t), \quad (3)$$

$$-\frac{\partial \omega_1}{\partial x} = \kappa_1 \frac{\partial M_1}{\partial t}, \quad -\frac{\partial M_1}{\partial t} = z_1 \frac{\partial \omega_1}{\partial x} \quad (0 < x < l_1), \quad (4)$$

$$-\frac{\partial \omega_2}{\partial x} = \kappa_2 \frac{\partial M_2}{\partial t} + g_2 M_2, \quad -\frac{\partial M_2}{\partial x} = z_2 \frac{\partial \omega_2}{\partial t} + c_2 \omega_2 \quad (l_1 < x < l_1 + l_2 = l)$$

при условиях

$$\omega_1(x,0) = 0, \quad M_1(x,0) = 0, \quad (0 < x < l_1),$$

$$\omega_2(x,0) = 0, \quad M_2(x,0) = 0, \quad (l_1 < x < l_1 + l_2),$$

$$\omega_1(0,t) = \omega_{1n}(t), \quad M_2(l_1 + l_2, t) = 0$$

Запишем условие стыковки этих звеньев в точке  $x = l_1$ :

$$\omega_1(l_1, t) = \omega_2(l_1, t), \quad \text{т. е. } \omega_{1k}(t) = \omega_{2n}(t)$$

$$M_1(l_1, t) = M_2(l_1, t), \quad \text{т. е. } M_{1k}(t) = M_{2n}(t)$$

II. Решение задачи

Для перевода полученного уравнения в дискретную форму необходимо найти связь между оператором  $p$  и  $q$ -параметром в дискретном преобразовании Лапласа. Согласно [5-6] имеем:

$$p = \frac{\lambda q}{T}, \quad (5)$$

где  $T$  — относительный период повторения решетчатой функции,  $\lambda$  — любое целое число (1, 2, 3, ...).

Погрешность расчета оптимального уравнения зависит от выбора  $\lambda$ . Чем больше  $\lambda$ , тем меньше погрешность.

В выражении (5) берем  $T$  в виде

$$T = 2\tau,$$



где  $\tau = \tau_1 + \tau_2$  — время распространения волны в один конец неоднородной системы,  $\tau_1 = \frac{l_1}{v_1}$  — время распространения волны в один конец звена I,  $\tau_2 = \frac{l_2}{V_2}$  — время распространения волны в один конец звена II.

На основании теории импульсных систем [6], выражение для  $M_{1n}$  в области изображений будет выглядеть так:

$$M_{1n}^*(q) = \frac{1}{\rho_1} K_1^*(q) \omega_{1n}^*(q) + K_{11}^*(q) M_{1k}^*(q), \quad (6)$$

где

$$K_1^*(q) = \frac{\text{sh } 0,5 r_1 \lambda q}{\text{ch } 0,5 r_1 \lambda q}, \quad K_{11}^*(q) = \frac{1}{\text{ch } 0,5 r_1 \lambda q}, \quad r_1 = \frac{\tau_1}{\tau}$$

На основании теоремы свертывания вещественной области [6], оригинал выражения (6) в относительных единицах имеет следующий вид:

$$\mu_{1n}[n] = \sum_{m=0}^n \kappa_1 [n-m] v_{1n}[m] + \sum_{m=0}^n \kappa_{11} [n-m] \mu_{1k}[m] \quad (7)$$

В (6) функция  $M_{1k}^*(q)$  определяется из выражения:

$$M_{1k}^*(q) = \frac{K_{11}^*(q) K_2^*(q)}{1 + \frac{\rho_1}{\rho_2} K_1^*(q) K_2^*(q)} \cdot \frac{\omega_{1n}^*(q)}{\rho_2} = \frac{1}{\rho_2} K_3^*(q) \omega_{1n}^*(q) \quad (8)$$

Следовательно, в выражении (8) значение  $K_2^*(q)$ , на основе (5), определяется из [3], и в области оригиналов будем иметь:

$$\mu_{1k}[n] = \sum_{m=0}^n \kappa_3 [n-m] v_{1n}[m]. \quad (9)$$

Для поставленной задачи уравнение Эйлера [7] можно представить в виде:

$$v_{1n}[n+2] = 2v_{1n}[n+1] - v_{1n}[n] + T_{oe}^2 \left\{ \sum_{m=0}^n \kappa_1 [n-m] v_{1n}[m] + \sum_{m=0}^n \kappa_{11} [n-m] \mu_{1k}[m] \right\} \left\{ \sum_{m=0}^n \kappa_1 [n-m] + \sum_{m=0}^n \kappa_{11} [n-m] \frac{d\mu_{1k}}{dv_{1n}} \right\} - \frac{T_{oe}^2}{2\lambda_0}, \quad (10)$$

где  $T_{oe} = \frac{T}{\lambda T_{баз}}$ .

Разностное уравнение (10), при  $n = 0, 1, 2, \dots$ , позволяет определить функции  $v_{1n}[n]$ .

На основании уравнения (1) находится алгоритм оптимального управляющего воздействия

$$u[n] = \frac{\Delta v_{1n}[n]}{T_{oe}} + \mu_{1n}[n]. \quad (11)$$

Неопределенный множитель Лагранжа  $\lambda_0$  определяется в [3].

#### Литература

1. Бутковский А. Г. Теория оптимального управления системами с распределенными параметрами. М., Физматгиз, 1965. 2. Кадымов Я. Б., Листенгаген Б. А. Управление электропроводов бурового механизма. Изв. АН СССР, энергетика и транспорт, № 1, 1970. 3. Кадымов Я. Б., Мамедов А. И., Алиев Н. Х. Об оптимальном управлении системами с распределенными параметрами. За технический прогресс, № 4, 1974. 4. Кадымов Я. Б. Переходные процессы в системах с распределенными параметрами. М., Физматгиз, 1968. 5. Кадымов Я. Б., Листенгаген Б. А. Приближенный метод расчета переходных процессов в системах автоматического регулирования включающих звеньев с распределенными параметрами. Автоматика и телемеханика, т. XXV, № 4, 1964. 6. Цыпкин Я. З. Теория линейных импульсных систем. М., Физматгиз, 1963. 7. Лаврентьев М. А., Люстерник Л. А. Основы вариационного исчисления. Объединенное научно-технич. изд-во, 1935.

НИПИ Нефтехимавтомат  
АзПИ им. Ч. Ильдрима  
Институт кибернетики АН Азерб. ССР

Поступило 17. IV 1975

Я. Б. Гадимов, А. И. Мамедов, Е. М. Зеиналова

#### ПАЈЛАНМЫШ ПАРАМЕТРЛИ, БИРЧИНС ОЛМАЈАН СИСТЕМДЭ ОПТИМАЛ ИДАРЭНИ ЊЕСАБЛАМАГ ҮЧҮН ЭДЭДИ ҮСУЛ

Мәгаләдә (1), (2) тәкликләри илә ифадә олуна, бирчинс олмајан пајланмыш параметрли систем үчүн гојулмуш, интеграл шәклиндә мәһдудилјәти олан оптимал идарәтмә мәсәләсинә бахылып.

Мәсәләни һәлл етмәк үчүн верилмиш систем импульсу системә кәтирилир. Беләки,  $M_{1n}$  илә  $\omega_{1n}$  арасында дискрет формада асылылыг тапылып. Бу асылылыгдан-Ејлер тәклијиндә истифадә олунараг оптимал идарәни асанлыгла тәјин етмәјә имкан верән рекуррент мүнәсибәтләр алыныр.

Y. B. Kadimov, A. I. Mamedov, E. M. Zeinalova

#### THE CALCULATION NUMERICAL METHOD FOR OPTIMAL CONTROL IN SOME HETEROGENEOUS SYSTEM WITH DISTRIBUTED PARAMETERS

The numerical method is represented for optimal control in the heterogeneous system with distributed parameters described with partial equations of hyperbolic type.

УДК 547.422 + 547.56

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

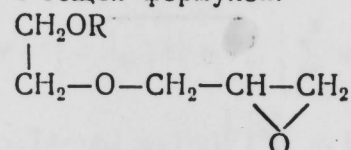
Б. К. ЗЕЙНАЛОВ, А. Г. МАМЕДОВ, К. Г. ГАСАНОВ

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ 1, 2-ЭПОКСИПРОПИЛАРИЛОВЫХ ЭФИРОВ ЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР С. Д. Мехтиевым)

Как известно, эпоксидные эфиры, содержащие в молекуле одновременно эпоксидную и эфирную группы, являются эффективными пластификаторами-стабилизаторами для ПВХ-смолы и эфиров целлюлозы. В связи с этим представляет интерес получение гомологического ряда эпоксифиров этиленгликоля на базе доступного сырья.

Синтез осуществляется путем дегидрохлорирования 3-хлор-2-окси-пропил-ариловых эфиров этиленгликоля с NaOH, в результате чего образуется соединение с общей формулой:



где,  $R = \text{C}_6\text{H}_5$ ,  $o = \text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4$ ,  $m = \text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4$ ,  $n = \text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}$ ,  $p = \text{ClC}_6\text{H}_4\text{CO}$

В ходе исследования изучены влияние и значение различных факторов: температуры, продолжительности реакции, а также дегидрохлорирующих реагентов. В качестве растворителей применялись: ацетон, бензол, третбутиловый спирт. Из дегидрохлорирующих агентов объектом исследования были: гидраты окислов кальция и бария, алюминат натрия, едкий калий или натрий.

Установлены оптимальные условия реакции: температура 25–35°C, растворитель—бензол, дегидрохлорирующий агент—25%-ный раствор NaOH, продолжительность реакции—5–6 часов.

Исходные 3-хлор-2-оксипропил-ариловые эфиры этиленгликоля были синтезированы авторами конденсацией эпихлоргидрина с моноэфирами этиленгликоля в присутствии кислого катализатора.

В таблице приведены основные константы синтезированных эфиров.

Строение синтезированных эпоксифиров подтверждено ИК-и ПМР-спектроскопией. ИК-спектор соединения (1) исследовался в частотном интервале 400–3800  $\text{см}^{-1}$ . Как видно из рис. 1, в указанном

соединении (1) проявлены полосы поглощения следующих функциональных групп: C—O—C (1070  $\text{см}^{-1}$ , 1250  $\text{см}^{-1}$ ), метиленовых групп (2883, 1470, 1429) и эпоксигрупп (1256, 925, 3025).

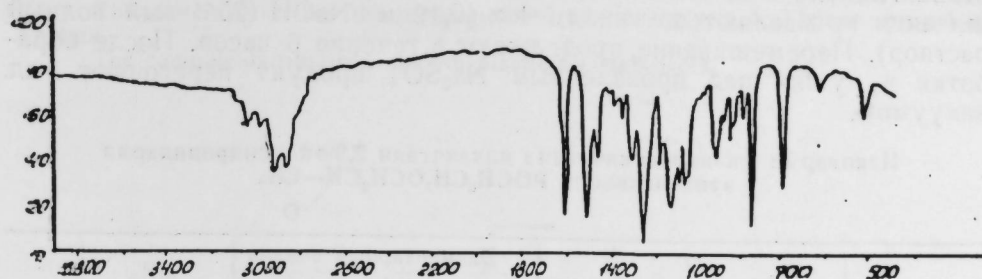


Рис. 1. ИК-спектр поглощения 1,2-эпоксипропилфенила ЭГ.

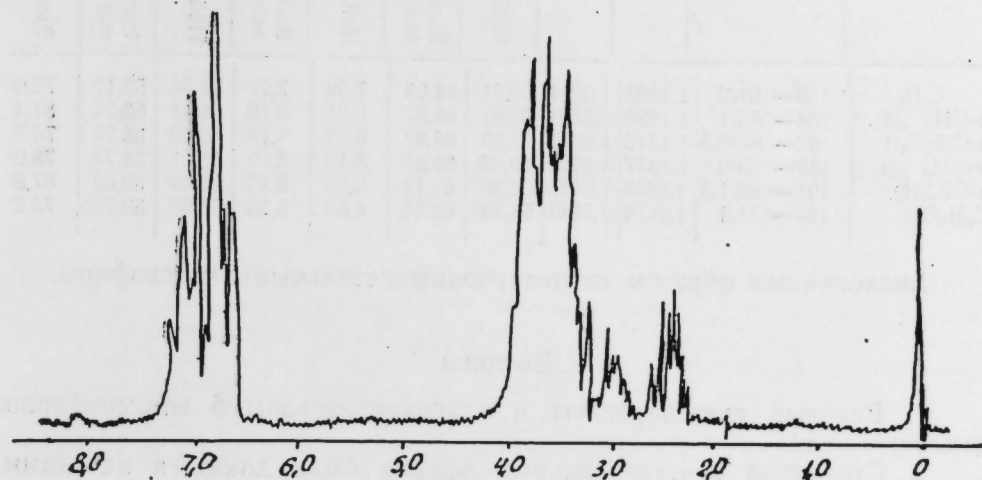


Рис. 2. ПМР-спектр поглощения 1,2-эпоксипропилфенила этиленгликоля (30%-ный раствор  $\text{CCl}_4$ ).

ПМР-спектр 1, 2-эпоксипропил-фенил этиленгликоля (1) состоит из следующих групп сигналов резонансного поглощения: протоны эпоксидной группы (см. рис. 2) проявляются в виде сложного мультиплета в области  $\delta = 2,2 - 3,0$  м. д., а сигналы в области  $\delta = 6,5 - 7,3$  м. д. и  $\delta = 3,2 - 4,0$  м. д. относятся к фенильному и метиленовому протону соответственно.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК-спектры были сняты на спектрофотометре UR-20 с толщиной слоя раздавленной капли 3800–4000  $\text{см}^{-1}$ .

ПМР-спектр указанных эпоксифиров снят на радиоспектрметре „ЗКР-60“ в 30%-ом растворе  $\text{CCl}_4$ . В качестве внутреннего эталона использован гексаметилдисилоксан (ГМДС).

Чистота синтезированных эфиров определялась хроматографическим анализом на аппарате „Перкин-Эльмер-452“ при следующих условиях: температура колонки—230°C, температура испарителя—285°C, скорость газоносителя гелия—125  $\text{мл/мин}$ , скорость бумаги—21  $\text{мл/мин}$ , длина колонки—2 м, объем подаваемой порции продукта  $V_n$ —10  $\text{мл}$ . Полученная хроматограмма показывает 98%-ную чистоту 1, 2-эпоксипропилфенил этиленгликоля.

Синтез 1, 2-эпоксипропил-фенил этиленгликоля. В трехгорлую колбу, снабженную механической мешалкой, термометром и капельной воронкой, загружают 22,9 г (0,1 м) 3-хлор-2-оксипропил-фенил этиленгликоля и 50 мл бензола. К смеси при 30—35°C при перемешивании прибавляют по каплям 4 г (0,12 м) NaOH (25%-ный водный раствор). Перемешивание продолжают в течение 6 часов. После обработки и сушки над прокаленным  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  продукт перегоняют над вакуумом.

Некоторые физико-химические показатели 2,3-эпоксипропиларил этиленгликоля  $\text{ROCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{O})\text{CH}_2$

R	Т. кип., °С/мм. рт ст.	$d_4^{20}$	$n_D^{20}$	Элементарный анализ				MR <sub>1</sub>		Выход, %
				С		Н		MR <sub>1</sub>		
				Найдено	Вычислено	Найдено	Вычислено	Найдено	Вычислено	
$\text{C}_6\text{H}_5$	159—161/2	1,1405	1,5211	68,31	68,02	7,59	7,27	51,94	52,12	75,6
<i>o</i> - $\text{CH}_3$ , $\text{C}_6\text{H}_4$	164—165/1	1,1426	1,5191	68,81	68,37	8,31	8,19	55,61	55,74	87,1
<i>p</i> - $\text{CH}_3$ , $\text{C}_6\text{H}_4$	162—163/0,5	1,1346	1,5202	68,99	68,87	8,43	8,19	56,09	55,74	74,5
<i>m</i> - $\text{CH}_3$ , $\text{C}_6\text{H}_4$	159—160/0,5	1,1377	1,5222	69,03	68,87	8,15	8,19	56,11	55,74	78,0
<i>p</i> - $\text{ClC}_6\text{H}_4$	191—193/1,5	1,3336	1,5410	56,36	56,14	5,25	5,10	60,49	60,62	67,8
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}$	169—171/1	1,2174	1,5241	64,93	64,85	6,58	6,35	55,98	55,755	73,2

Аналогичным образом синтезированы стальные эпоксиэфиры.

#### Выводы

1. Впервые синтезированы и охарактеризованы 6 эпоксиэфиров этиленгликоля.
2. Структура синтезированных эфиров была доказана методами ИК- и ПМР-спектроскопии.

#### Литература

1. Novak J. „Chem prout“, 1974, 24, № 5, 250—253.
2. Ржаницина Н. М. и др. „Хим. промышленность“, 1973, № 12, 893—895.
3. Минский К. С., Федосеева Г. Т. Деструкция и стабилизация ПВХ. М., „Химия“, 1972.
4. Пакен А. М. Эпоксидные соединения и эпоксидные смолы. М., ИЛ, 1962.

ИНХП

Поступило 23. VI 1975

Б. Г. Зеиналов, А. Г. Мамедов, К. Г. Гасанов

#### 1,2-ЭПОКСИПРОПИЛ-АРИЛ ЭТИЛЕНГЛИКОЛ ЭФИРИНИН СИНТЕЗИ ВЭ ТЭДГИГИ

Мәгәләдә 1,2-эпоксипропил-арил этиленгликол эфиринин 3-хлор-2-оксипропил-арил этиленгликол эфириндән деһидохлорлашма јолу илә алынмасындан бәһс олуи-мушдур. Ајра-ајра фактларын реакциянын кедишинә вә алынмыш мәһлулуи чыхы-мына тәсир муәјјәләшдирилмишдир.

Тәдгигат нәтижәсиндә әдәбијатда мәлум олмајан эпоксид типли этиленгликол эфирләри алынмыш вә өјрәнилмишдир.

B. K. Zeinalov, A. G. Mamedov, K. G. Gasanov

#### SYNTHESIS AND STUDY OF 1, 2-EPOXY PROPYL ARYL ESTERS OF ETHYLENE GLYCOL

This article describes the preparation of ethylene glycol 1, 2-epoxy propyl aryl esters. The compounds obtained are the plasticizer-stabilizers.

УДК 543.84:552.578.2.

ГЕОХИМИЯ НЕФТИ

Чл.-корр. Дж. И. ЗУЛЬФУГАРЛЫ, Ф. Р. БАБАЕВ

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ НЕФТЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕСЧАНЫЙ И БАХАР-МОРЕ

При изучении происхождения нефти немаловажное значение имеет знание распределения микроэлементов в нефтях, что может быть весьма полезно при решении вопросов о процессах преобразования исходного материнского вещества.

Начиная с 1966 г. нами ведутся исследования по изучению микроэлементов нефтей морских месторождений Азербайджана [1, 2, 3].

В данной работе приведены результаты изучения нефтей месторождений Бахар-море и Песчаный.

Нефти исследованных месторождений относятся к нефтям средней легкости. Их удельный вес колеблется в пределах 0,7949—0,8874 (месторождение Песчаный) и 0,7969—0,8674 (месторождение Бахар-море). Зольность варьирует от 0,0046 до 0,2525 для нефтей месторождения Песчаный и от 0,0041 до 0,1620 для нефтей Бахар-моря. Исследованные нефти вязкие.

Для определения микроэлементов исследуемые пробы нефтей озолялись и полученная зола подвергалась спектральному анализу [1], результаты которого представлены в таблице.

Среди обнаруженных элементов для нефтей обоих месторождений доминирующим является железо, за ним следует никель.

При сопоставлении содержания элементов в нефтях наиболее информативным показателем является отношение пар элементов. Нами были вычислены отношения пар некоторых элементов. Это помогло установить, что, как для многих третичных нефтей, значение отношений  $V/Ni$ ,  $V/Cu$ ,  $V/Cr$  меньше единицы.

Для элементов семейства железа на основе их содержания в изученных нефтях были составлены концентрационные ряды, из которых видно, что ведущими элементами золы нефтей месторождения Песчаный и Бахар-море являются железо и никель.

Песчаный:  $Fe > Ni > Ti > Mn > Cu > Co < Cr > V$ .

Бахар-море:  $Fe > Ni > Ti > Cu > Mn > Cr > Co > V$ .

Для выявления взаимосвязи между элементами, обнаруженными в золах исследованных нефтей, был применен корреляционный анализ [4],

Среднее содержание микроэлементов в нефтях исследованных месторождений (% на золу)

№ пп.	Кол-во проб	Свита	Зольность, %	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	V/Ni	V/Cu	V/Cr
1	1	V	0,0340	0,014	0,0012	0,005	0,0013	0,8	0,001	0,02	0,013	0,06	0,092	0,024
2	1	VI	0,1123	Следы	0,0013	Следы	0,008	0,3	н/обн	0,015	0,005	0,087	0,087	н/обн.
3	2	VII	0,1317	0,093	0,0055	0,0245	0,1	6,5	0,0295	0,0135	0,016	0,161	0,2271	0,5212
4	1	VIII	0,0370	0,022	0,0013	0,007	0,015	0,66	0,0045	0,02	0,025	0,052	0,052	0,186
5	2	IX	0,0436	0,0165	0,0037	0,0095	0,0335	1,65	0,0115	0,165	0,0375	0,044	0,094	0,3835
6	2	X	0,0145	0,093	0,0047	0,03	0,055	3,4	0,0045	1,2	0,0375	0,0105	0,2	0,325
7	3	Св. перерыва НКП	0,0842	0,21	0,01	0,0207	0,06	2,57	0,0077	0,87	0,705	0,0087	0,247	0,3403
8	3	НКП	0,1485	0,243	0,016	0,018	0,0717	5,83	0,048	1,5	0,035	0,047	0,471	0,927
9	1	ПКв	0,1823	0,20	0,018	0,02	0,07	3	0,04	1,2	0,025	0,020	0,64	0,8
10	3	КаСн	0,0246	0,227	0,0033	0,0073	0,023	4,33	0,0207	0,8	0,038	0,004	0,0883	0,3892
11	2	VI	0,1370	0,05	0,0013	0,02	0,03	4	0,006	0,7	0,045	0,0019	0,029	0,065
12	7	X	0,0389	0,136	0,0091	0,027	0,071	5,3	0,019	0,75	0,07	0,0196	0,0816	0,1555
13	1	Св. перерыва	0,0852	0,14	0,0020	0,04	0,04	4	0,01	0,6	0,05	0,030	0,03	1,2

который помог установить взаимосвязь между марганцем и хромом, марганцем и железом, а также между хромом и ванадием.

#### Литература

1. Бабаев Ф. Р. Микроэлементы нефтей морских месторождений Азербайджана. Автореф. канд. дисс. Баку, 1970, стр. 18. 2. Зулфугарлы Дж. И., Бабаев Ф. Р. Элементы семейства железа нефтей морских месторождений Азербайджана. «Уч. зап. АГУ им. С. М. Кирова», 1971, № 1, стр. 79—83, сер. химич. 3. Бабаев Ф. Р. Микроэлементы нефтей Бакинского архипелага. Тезисы докладов Всесоюзного совещания «Химический состав нефти». Ашхабад, 1974, стр. 51—52. 4. Катченков С. М. Спектральный анализ горных пород. Изд-во «Недра», Л., 1964, стр. 272.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 8. VII 1975

Ч. И. Зулфугарлы, Ф. Р. Бабаев

#### BAHAR-DƏNİZ VƏ GUM ADASI JATAĞLARI NEFTİNİDƏ MIKROELEMENTLƏR

Тэднг олунмуш нефтлэр орта јункүллүә маликдирлэр. Ашкар олунмуш элементлэр ичарисиндә дәмир үстүлүк тәшкил едир. Мүәјјәнләшдирилмишдир ки, V/Ni инс-бәти вәһиддән кичикдир.

Элементләрин миғдарына көрә тәркиб сырасы мүәјјәнләшдирилмишдир. Тапылмыш элементләрин бәзиләри арасында гаршылыг вардыр.

D. I. Zulfugarli, F. R. Babayev

#### TRACE—ELEMENTS OF OILS IN BAHAR-SEA AND PESTCHANNY DEPOSITS

The researched oils are of mean lightness. Among the discovered elements Iron is prevailing.

Ratio V/Ni is determined to be less than a unity. Concentrated lines of elements are concluded.

Interconnection between some discovered elements is observed.

УДК 66.095.11

ХИМИЯ

Чл.-корр. Т. Н. ШАХТАХТИНСКИЙ, К. Я. АЛИЕВА, Д. З. САМЕДОВА,  
С. С. АВАНЕСОВА, Л. И. ГУСЕЯНОВА

#### ВЛИЯНИЕ СРЕДЫ И ТЕМПЕРАТУРЫ НА ЗАКОНОМЕРНОСТИ РЕАКЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ N-ТРЕТБУТИЛАЦЕТАМИДА

Исследовалось влияние природы растворителя (разбавителя) реакционной среды и температуры на закономерность протекания реакции взаимодействия изобутилена с ацетонитрилом в присутствии катионита КУ-2 с целью получения  $\nu$ -*t*-бутилацетамида. Методика проведения эксперимента и анализа получаемых продуктов была описана нами ранее [1].

Правильный подбор растворителя положительно влияет на кинетику реакции и выход образующихся продуктов. Реакция взаимодействия изобутилена и ацетонитрила по характеру электрофильна, т. е. первичным актом реакции является образование карбониевого иона изобутилена. Поэтому растворитель должен способствовать образованию протонов, т. е. молекула растворителя должна быть полярна. Но при этом величина полярности не должна быть очень большой, так как иначе может измениться направление реакции. В случае проведения реакции на катионите КУ-2 при выборе растворителя необходимо учитывать и фактор набухания катионита в этом растворителе. Нами в качестве растворителей был испытан ряд веществ. Эти вещества с указанием их физических свойств сведены в табл. 1.

По своему влиянию на скорость прямой реакции в присутствии КУ-2 (по убыванию выхода основного продукта реакции *N-t*-бутилацетамида) растворители можно расположить в следующем порядке: уксусная кислота > ацетонитрил > ацетон. На остальных растворителях основная реакция не пошла. Очевидно, такое сочетание значений набухаемости, дипольного момента и диэлектрической постоянной, как у уксусной кислоты, является оптимальным.

Вода как растворитель реакционной среды не способствовала протеканию основной реакции. Это можно объяснить тем, что вода, являясь амфотерным соединением, начинает конкурировать с изобутиленом в стремлении к присоединению протона катионита.

В свете сказанного в качестве разбавителя реакционной среды нами была выбрана уксусная кислота.

Таблица Г

Название	Дипольный момент	Диэлектрич. постоянная	Набухаемость катионита, %
Вода	1,84	81,1	92,9
Ацетонитрил	3,41 (раствор)		
Ацетон	3,91	37,4	27,8
Уксусная кислота	2,85	20,74	44,0
Пропионовая кислота	0,83	6,15	49,1
Толуол	1,74	3,15	37,5
М-ксилол	0,37	2,43	5,3
Бензол	0,34	2,36	7,6
Четыреххлористый углерод	0	2,28	11,7
		2,24	7,9

Широкий интервал температур (т. пл. = 16,7°, т. кип. = 118,1°C), в котором уксусная кислота остается жидкостью, расширяет возможности ее применения. Уксусная кислота — кислый растворитель и в то же время слабый акцентор протона, что важно для нашей реакции. К тому же вследствие дешевизны, легкости очистки и устойчивости уксусная кислота представляет собой лучший и наиболее универсальный растворитель из числа всех алифатических одноосновных кислот.

Поэтому во всех сериях опытов в качестве растворителя среды применяли уксусную кислоту. Исследовалось влияние температуры на закономерности реакции. К повышенной температуре при использовании ионитов нужно подходить осторожно, так как термическая устойчивость катионов различна. Как показали исследования, наиболее термостабильны сульфокатиониты, из которых самым устойчивым к нагреванию на воздухе, в воде, в органических средах оказался катионит КУ-2, который не меняет своей активности при нагревании до 150°C [2].

Таблица 2

Важные температуры на протекание реакции.  
Условия реакции: катализатор КУ-2, количество катализатора — 2,7 г;  
температура — 90°C; время (180 мин); CH<sub>3</sub>CN — 9,0 г; растворитель — CH<sub>3</sub>COOH — 100 см<sup>3</sup>.

Среды	Получено		
	CH <sub>3</sub> CN	N-третбутилацетамид	и др.
Вода	—	—	—
Ацетонитрил	—	—	—
Ацетон	—	—	—
Уксусная кислота	—	—	—
Пропионовая кислота	—	—	—
Толуол	—	—	—
М-ксилол	—	—	—
Бензол	—	—	—
Четыреххлористый углерод	—	—	—

С целью изучения влияния температуры на ход реакции опыты проводились при найденном ранее оптимальном количестве катионита КУ-2, равном 2,7, при постоянной подаче изобутилена 5,7 л/ч, загрузки ацетонитрила 9,0 г в интервале температур 20—110°C. Данные опытов сведены в табл. 2.

Как видно, максимальный выход *N-t*-бутилацетамида 41,3% на ацетонитрил и 74,5% на изобутилен достигнут при 90°C. Этой же температуре соответствует максимальная конверсия как ацетонитрила, так и изобутилена. Очевидно, при температуре выше 90°C изобутилен, не адсорбируясь на катализаторе, минует зону реакции, вследствие чего конверсия и выход *N-t*-бутилацетамида падает, а в связи с этим уменьшается и выход *N-t*-бутилацетамида. В течение всего интервала температур реакция протекает с образованием как димеров изобутилена, так и третбутиленового спирта и третбутилацетата, причем наибольший выход их наблюдается при 20—60°C. Селективность ацетонитрила в *-t*-бутилацетамид с ростом температуры уменьшается, очевидно, вследствие омыления ацетонитрила доацетамида и уксусной кислоты.

## Выводы

1. Подобран растворитель — уксусная кислота — в качестве среды для проведения реакции взаимодействия изобутилена с ацетонитрилом.
2. Найдено, что наилучшей температурой реакции является температура 90°C (выход *N-t*-бутилацетамида наивысший — 41,3% на ацетонитрил и 74,5% на прореагировавший изобутилен).

## Литература

1. Шахтахтинский Т. И., Алиева К. А., Самедова Д. З. «ДАН Азерб. ССР», № 9, 1974.
2. Полянский Н. Г. Докт. дисс. ЛГУ, 1969.

ИНХП

Поступило 11. 11 1975

Т. Н. Шахтахтински, К. Я. Алијева, Ч. З. Самедова, С. С. Аванесова  
Л. И. Гусейнова

### N-УЧЛУ БУТИЛАСЕТАМИДИН АЛЫНМАСЫ РЕАКЦИЈАСЫНА МУЊИТИН ВЭ ТЕМПЕРАТУРУН ТЭ'СИРИ

*N*-учлу бутиласетамидин алынмасы реаксиясына реаксия муЊитиндеки һалледи чини тэбикатики вэ температурун тэ'сири өҗрәнилмишдир.

Реаксиянын апарылмасы үчүн һалледики оларак сиркэ туршусу сечилмишдир. Температурун тэ'сири 20—110°C интервалында өҗрәнилмишдир. Эң јахшы нәтичә 90°C-дә алынмишдир, *N*-учлу бутиласетамидин ән бөјүк чыхымы реаксия үчүн көтүрүлән ацетонитрилә көрә 41,3, реаксияја кирән изобутиленә көрә 74,5% олмушдур.

К. Яа. Алиева, Д. З. Самедова, С. С. Аванесова, Л. И. Гусейнова  
Т. Н. Шахтахтинский

### EFFECT OF MEDIUM AND TEMPERATURE ON THE REGULARITY OF REACTION OF N-TERT-BUTYLACETAMIDE PRODUCTION

A number of materials have been tested as solvents of the reaction zone. Acetic acid proved to be the best in influencing upon the rate of *N*-tert-butylacetamide formation.

The optimum temperature of the reaction has been found to be 90°C; the highest yield of *N*-tert-butylacetamide being 41,3% on acetonitrile and 74,5% on reacted isobutylene.

УДК 552.3(571.51)

ГЕОЛОГИЯ

Акад. М. А. КАШКАЯ

О ПОЛОЖЕНИИ, ГЕНЕЗИСЕ ГИПЕРБАЗИТОВ  
И СЕРПЕНТИНИТОВ И ОДНОВРЕМЕННОМ РАЗВИТИИ  
РАДИОЛЯРИЙ (РАДИОЛЯРИТОВ) В РИФТОВЫХ ЗОНАХ

Офиолиты гипербазитовой, базитовой и радиоляритовой ассоциации получили широкое развитие в земной коре; будучи приуроченными структурно (линейно) к подвижным геосинклинальным зонам земной коры — альпийской, уральской, сибирской складчатым зонам, западным и восточным бортам Тихого океана, Южной Африке и др. Офиолиты ныне далеко проникают в континенты, пронизывая их сравнительно узкой полосой на протяжении тысяч километров.

Происхождение ультраосновных пород объясняли различно, обосновывая их главным образом как интрузивные образования из верхней мантии или как результат гравитационной дифференциации основной магмы. В дальнейшем с развитием глобальной тектоники и тектоники плит офиолиты стали рассматривать в тесной связи со структурой земной коры, связывая их с глубинными разломами.

Штейман (1912—1926) впервые обратил внимание на то, что офиолитовая формация, образуя протяженные полосы, сложена обычно триадой пород — гипербазитами, базитами и радиоляритами. Естественно, возник вопрос о совместном нахождении гипербазитов изверженной природы с морской фауной радиоляритов. Этот факт вынудил ряд ученых, особенно тектонистов, искать объяснение этому чрезвычайно интересному и существенному вопросу геологии и петрологии. Они пришли к заключению, что гипербазиты, базиты, радиоляриты, эффузивы (и их пирокласты) и др. представляют собой пестроцветный меланж океанической коры, поднявшейся по глубинным разломам шарьяжам в верхние слои земной коры. При этом нельзя считать научно обоснованным мнение отдельных ученых о происхождении серпентинитов (а из них перидотитов, дунитов и др.) из осадочных пород океанической коры. Подобные объяснения оставляют неразрешенными вопросы совместного нахождения гипербазитов, базитов и радиоляритов и их геологического положения.

Для развития радиолярий, принадлежащих к подклассу одноклеточных семейства саркодовых, необходимы соответствующие жизненные условия и прежде всего наличие ионов Si, необходимого для построения их скелета, а иногда и небольшого количества сульфата стронция, фосфатов, карбонатов и др. В морских и океанических условиях радиолярии

жили, развивались и погибали в различные геологические периоды — от кембрия до антропогена включительно; причем они развивались на самых различных глубинах — от приповерхностных до 5—7 км, но при температурах 12—25°C. Частично тепло было магматическим и перекристаллизационным. Поэтому в морских и океанических условиях седиментации радиоляриты с глинами и илами имеют регионально-площадное распространение, слагающая океаническую кору. В зоне же развития офиолитов такого характера седиментации не наблюдается. К тому же здесь в радиоляритах радиолярневая фауна слабо смешана с карбонатной. Радиоляриты рифтонных зон содержат повышенное количество SiO<sub>2</sub>.

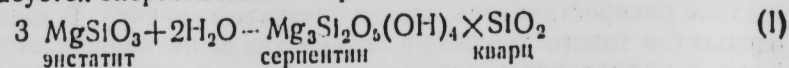
Совместное нахождение, несомненно, изверженного генезиса ультраосновных пород и осадочного — радиоляритов, мы объясняем с иных позиций глобальной тектоники и магматизма, заключающихся в следующем. Перидотитовая магма офиолитовой формации земной коры, в том числе М. и Б. Кавказа, Турции, Ирана и др., интродировала из верхней мантии в рифты. Здесь она, кристаллизуясь, постепенно консолидировалась, образуя в основном перидотиты (гарцбургиты, лерцолиты, верлиты, вебстериты и др.), которым обычно подчинены дуниты и пироксениты. Но все эти породы в значительной степени серпентинизированы. Перидотитовая магма интродировала в рифты нередко в несколько фаз и затвердевала в благоприятных физико-химических условиях, обусловивших полную ее дифференциацию. Поэтому-то в пределах гипербазитов рифтовых зон, кроме их фазовых образований и основных дифференциатов, как правило, располагаются их же фациальные дериваты — троктолиты, габбро-пироксениты ликвидационные оторочки габброндов, габбро-пегматиты, дайки беербахитов, анортозитов, альбититов, пироксенитов, а также связанных с позднематической гидротермальной и термальной стадией деятельности гипербазитовой магмы — метасоматитов типа родингитов, горнблендитов, лиственитов, талька, магнесита, хризотил-асбеста и др. Подтверждением магматического происхождения указанных гипербазитовых комплексов пород является также связанное с ним богатое оруденение — месторождения платиноидов, хромитов (жильных, массивных, подулевых ликвидационного типа), никеля, кобальта, ртути и др.

Вопросы серпентинизации гипербазитов, охватившей более 90% гипербазитовых поясов земной коры, широко обсуждаются в литературе. Однако удовлетворительное научное объяснение процесса серпентинизации пока еще не найдено. Попытаемся кратко обосновать наше мнение относительно этого существенного в научном и практическом отношении вопроса петрологии гипербазитов с точки зрения как глобальной тектоники, так и магматизма, так как считаем, что решение его исходит из реальной картины физико-химических условий процесса серпентинизации. Более подробно об этом будет изложено в нашей специальной работе.

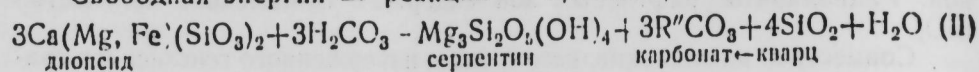
Серпентинизация гипербазитов в таких крупных масштабах (в объеме сотен и тысяч кубических километров) возможна лишь в определенных физико-химических условиях при наличии (привносе) значительного количества молекул воды и при выносе ионов Si и ряда других элементов. Серпентиниты содержат около 13% H<sub>2</sub>O, а перидотиты и дулиты — примерно 1—3%. Несмотря на то, что при полной серпентинизации последних привнос молекул H<sub>2</sub>O составляет более 10%, количество MgO остается постоянным (36—40%), т. е. этот окисел обогащается в серпентините. Следовательно, для завершения процесса серпентинизации указанных пород необходимо по крайней мере наличие H<sub>2</sub>O и некоторого количества MgO. В связи с тем, что содержание магния в морской воде значительно превосходит общую концентрацию кремния, то процессе преобразования пироксенов в серпентин должен сопровождаться уменьшением (выносом) кремния и увеличением магния и моле-

кул воды (привнесом) в гипербазитах, что действительно подтверждается при сравнении многочисленных химических анализов перидотитов (или дунитов) и серпентинитов.

Поэтому приводимые реакции, вероятно, ближе всего отражают серпентинизацию пород в морских условиях. Причем направленность реакции согласуется энергетически и термодинамически:



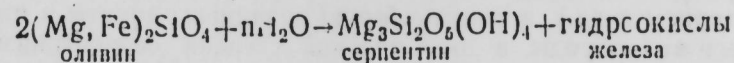
Свободная энергия  $\Delta z$  реакции =  $-3,8$  ккал/моль



Свободная энергия  $\Delta z$  реакции =  $-22,9$  ккал/моль

Судя по свободной энергии реакции ( $\Delta z$ ) процесс должен идти в сторону образования серпентинитов опять-таки с одновременным выделением кремния и карбонатов (II).

Оливин преобразуется в серпентин с выделением гидроокислов железа:



Возможно, при серпентинизации оливина (недосыщенного  $\text{SiO}_2$ ) кремнекислота частично компенсируется выделенной при серпентинизации пироксенов (I и II).

В процессе серпентинизации объем гипербазитов значительно увеличивался, что связано с привнесом дополнительного количества магния и существенного количества воды при частичном выносе кремния. В результате серпентиниты приобрели пластичность, сильную трещиноватость и пористость, что и способствовало, наряду с тектоническими усилиями, протрузии офиолитовой формации в верхние горизонты земной коры.

Вынесенные из пироксенов излишки ионов Si мигрировали к периферии гипербазитов, где образовали узкую зону фтанитов с содержанием более 90%  $\text{SiO}_2$ , опала, халцедона. Кремний питал также в водной среде жизнедеятельность отряда радиоляриев, слагающих радиоляритовую породу, и входил частично в состав серпентинита при превращении в него оливина.

Вопрос о выносе ионов кремния из метасиликатов перидотитов и образовании фтанитов и др. рассматривался нами в ряде работ (1942, 1947, 1967).

Следовательно, в рифтовых условиях вдоль гипербазитов для жизни и развития радиоляриев создавались наиболее благоприятные физико-химические и температурные условия. Для развития радиоляриев потребная водная среда с насыщенными ионами кремния могла возникнуть в результате серпентинизации метасиликатов перидотитов согласно вышеуказанным реакциям: ионы железа, мигрируя к периферии гипербазитов, отлагались в радиоляритах в форме гидроокислов железа. Поэтому-то в химическом составе радиоляритов, обнаруженных вдоль серпентинитов, мы находим около 3,5—5%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Более чем 90%  $\text{SiO}_2$ , содержащегося в радиоляритах, входит в скелет радиоляриев, преобразованных в халцедон, яшму и отчасти опал. Кремнезем, гидроокислы железа, изредка карбонаты тонко пронизывают радиоляритовую породу. Реликтовая форма минерального скелета радиоляриев сохраняется со всеми присутствующими им рисунками.

На М. Кавказе и в сопредельных странах офиолиты, будучи приуроченными к ограниченной по ширине рифтовой зоне среди меловых и частично палеогеновых образований, редко встречаются в вулканогенных породах юры, имеющих площадное распространение и большую (более

3000 м) мощность. Это объясняется тем, что в узкой рифтовой зоне юры лишь местами выступает отдельными «окнами». Что касается предполагаемой «радиолярито-эффузивной формации» на М. Кавказе, то мы наличие таковой вовсе отрицаем. Судя по геологическому положению, вулканогенные и осадочные породы мезозоя нормально стратифицированы, а по отношению к офиолитовой формации с радиоляритами они являются вмещающими; лишь в узкой зоне гипербазитов последние брекчированы и раздроблены. Ультраосновные и основные интрузивы протрузировали, и вместе с ними радиоляриты поднимались в вышележащие вулканогенные и осадочные породы мела и палеогена.

Таким образом, можно заключить, что в зоне М. Кавказа, в северных зонах Турции, Ирана и ряда других аналогичных регионов альпийской складчатой системы радиоляриты, будучи верхнеюрского и мелового возраста (Кашкай, Аллахвердиев, 1973), могли развиваться в процессе или несколько позже серпентинизации гипербазитов. Отсюда, как следствие, возраст процесса серпентинизации и серпентинитов определяется примерно как верхнеюрский—нижнемеловой. Что касается производных интрузивов ультраосновной магмы (внедрившейся из верхней мантии), то возраст их, вероятно, древнее юры (а для других регионов Альпийской зоны и вообще земной коры — палеозойский или кембрийский). Протрузия же гипербазитов, базитов и радиоляритов имела место в последующие периоды — в меле и палеогене включительно. Возможно, этот процесс продолжается.

Институт геологии

Поступило 9. XII 1975

М. Э. Гашгай

#### ГИПЕРБАЗИТЛЭРИН ВЭ СЕРПЕНТИНИТЛЭРИН МЭНШЭЛИНЭ, ЕЈНИ ВАХТДА РИФТ ЗОНАЛАРЫНДА РАДИОЛЯРИЯНЫН (РАДИОЛЯРИТЛЭРИН) ИНКИШАФЫНА ДЛИР

Гипербазит, базит радиоларит ассоциациясы (офиолитлар) Јер габагында кениш јайыларга, муталарик зоналарын хәтти структурларына дахил олар.

Мәгәләдә магматик мәншәли гипербазитләрин, базитләрин вә онларын мүшәјәт едәләр чәкмә мәншәли радиоларитләрин рифт шәраитиндә формалашмасы мутәјјә едиләр вә серпентинләшмә процесин үзгүн реаксиялар вә һесабламарла әсаһландырылар. Бу процесдә ајрылан Si ионлары радиоларитләрин јашајышында вә инкишафында әсәс рөл ойналар.

Мәгәләдә һәмчүнни Кичик Гафгазын тәмсалында бу процесләрин јашлары—а) перидотит магмасынын рифт зонасына сохулмасынын јашы; б) гипербазитләрин серпентинләшмә процесинин јашы; в) онларын (протрузия) сојур һалда Јер габыгынын јухары зоналарына сохулмасынын јашы вә с. тәјин олуур.

М. А. Kашкай

#### ON THE POSITION AND GENESIS OF ULTRABASITES (AND SERPENTINITES) SIMULTANEOUS DEVELOPMENT OF RADIOLARIS (RADIOLARITES) IN THE RIFT ZONES

The author of coexistence of magmatic genesis of ultrabasites, basic rocks and sedimentary—genesis radiolarites explains the formation of them in rift conditions. The process of serpentinization is originally proved by corresponding reactions and calculations; exhalated during the process ion Si promotes the development of radiolarians.

The geochemistry of supply—subtraction of elements is considered in the article. In particular the ages are established on the example of Minor Caucasus: a) the intrusion of peridotite magma in rift zone; b) the process of serpentinization and the protrusion of ultrabasites together with the uplift of radiolarites and others into the Upper zone of the Earth's crust.



УДК 552.313(479.24)

## ГЕОЛОГИЯ

Р. Н. АБДУЛЛАЕВ, М. А. МУСТАФАЕВ, Р. К. ГАСАНОВ  
**РАЗВИТИЕ И ПАЛЕОВУЛКАНИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ  
 ПОЗДНЕЮРСКОГО ВУЛКАНИЗМА МАЛОГО КАВКАЗА  
 (НА ПРИМЕРЕ ШАМХОРСКОГО ПОДНЯТИЯ И  
 АГДЖАКЕНДСКОГО ПРОГИБА)**

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ш. А. Азизбековым)

Позднеюрские магматические образования северо-восточной части Малого Кавказа в составе мезозойского комплекса в различном аспекте рассмотрены Ш. А. Азизбековым [2], Р. Н. Абдуллаевым [1], М. А. Кашкаем [4], Э. Ш. Шихалибейли [8] и др. Однако в этих работах не нашли должного отражения такие вопросы, как закономерности развития и палеовулканические реконструкции позднеюрского вулканизма, имеющие важное значение с точки зрения выявления особенностей металлогении указанной области. Шамхорское вулканотектоническое сводовое поднятие, Агджакендский прогиб и другие структуры Сомхито-Агдамской зоны, возникшие и развивающиеся на раздробленном гетерогенном доальпийском фундаменте, характеризуются блоковым строением. Ограничивающие их продольные и поперечные глубинные разломы сыграли решающую роль в эволюции вулканизма в течение мезо-кайнозоя. В пределах Сомхито-Агдамской зоны наиболее интенсивные проявления вулканизма связаны с различными этапами геосинклинального развития области и продолжались с перерывами, начиная от средней юры (нижнего байоса) до палеогена включительно. Периоды активной вулканической деятельности сменялись периодами затишья, в течение которых происходило интенсивное накопление осадочных и вулканогенно-осадочных образований.

К началу проявления позднеюрского вулканизма на территории Сомхито-Агдамской зоны существовали различный тектонический режим и довольно разнообразные ландшафтно-климатические условия, которые оказывали достаточно большое влияние на пространственное распределение вулканитов различного происхождения и фаций. Изучение распределения верхнеюрских вулканогенных пород в тектонических структурах позволило установить, что вулканические процессы в Сомхито-Агдамской зоне локализовались как в зонах поднятий, так и в прогибах, причем наиболее широкого развития они достигли в периоды погружений. При этом в первых накапливались преимущественно вул-

каниты среднего и среднекислого состава, а во-вторых — основного состава. В соответствии со структурным положением, внутренним строением и составом пород, слагающих вулканогенные толщи, верхнеюрские вулканогенные образования подразделяются на андезито-дацитовую и андезито-базальтовую формации.

Интенсивное проявление оксфорд-кимериджского вулканизма в Шамхорском поднятии имело место после длительного перерыва, в продолжение которого накопились значительной мощности осадочные и вулканогенно-осадочные образования келловей. Центры вулканической активности располагались на далеких северных и южных бортах, а также на погружениях структуры, вдоль межблоковых глубинных разломов северо-западного простирания. Анализ фаций и мощностей, характер вулканической деятельности и структурно-палеотектонические особенности Шамхорского поднятия показывают, что в оксфорд-кимериджское время формирование вулканогенной толщи андезито-дацитовой формации было связано преимущественно с деятельностью вулканов центрального поля, что подтверждается наличием обширного пирокластического поля в междуречье Таузчай и Дзегамчай. Наряду с извержением вулканов центрального типа выявлены также продукты трещинного излияния, занимающие во всех случаях самые высокие горизонты верхнеюрских разрезов.

Ассоциации пород андезито-дацитовой формации по составу, характеру извержения и условиям формирования подразделяется на две пачки. Вулканическая деятельность в период формирования нижней пирокластической пачки (500—600 м) носила эксплозивный характер. По составу, а также по характеру вторичных изменений они являются существенно андезитовыми и андезито-дацитовыми. Для них характерна светло-зеленая окраска, горизонтальная и косоволнистая слоистость. Часто в них встречаются пепловый град и линзы песчаников с отпечатками фауны. Эти особенности указывают на формирование их в прибрежной полосе морского бассейна в ареале активной вулканической деятельности.

Верхняя лавовая пачка (250—500 м) представлена преимущественно покровами и потоками с прослоями пирокластических пород. Красно-бурый, коричневый, лиловый цвет, свойственный породам описанной пачки, указывает на присутствие в лавах значительного количества окисного железа, что позволяет сделать вывод о том, что к началу ее формирования установились довольно стабильные наземные условия, которые сохранялись до конца.

В строении вулканогенной толщи андезито-дацитовой формации большую роль играют также субвулканические, экструзивные, жерловые и интрузивные образования основных, средних и кислых пород, внедрившиеся в заключительной фазе развития магматической деятельности.

В Агджакендском прогибе вулканизм развивался главным образом в условиях прогибания дна кимериджского бассейна. Однако накопление огромных масс вулканогенных пород в значительной мере компенсировало явление депрессии. Поэтому исключительно широкое распространение в кимериджский период получили наземные извержения основной магмы. Формирование кимериджской вулканогенной толщи Агджакендского прогиба связано с разломами глубокого заложения северо-западного простирания, образующими серии прерывистых нарушений. На это указывает наличие цепочек мелких по размеру вулканических аппаратов центрального типа, представленных положительными формами рельефа и контролируемых разломами.

Сопоставление изучаемых разрезов показало, что кимериджский вулканизм в пределах Агджакендского прогиба в своем развитии претерпевал резкие изменения, вследствие чего в наборе пород (снизу вверх) выделяются три пачки: 1) нижняя пирокластическая пачка

(311 м), представленная выдержанными горизонтами мелко- и средне-обломочных туфобрекчий и туфов базальтового и андезито-базальтового состава с редкими пропластками туфогравелитов, туфопесчаников и туфоконгломератов; 2) вулканогенно-осадочная пачка (265 м), представленная тонким переслаиванием туфогравелитов, туфопесчаников и туфоконгломератов с пропластками туфобрекчий, туфоалевролитов и известняков. Обломочный материал этой пачки по составу отвечает в основном базальтам и андезито-базальтам. Перекрывается данная пачка двумя лахароподобными потоками (конгломерато-брекчиями), включающими угловатые, окатанные и эллипсоидальные обломки эффузивных и осадочных пород с преобладанием первых; 3) верхняя пирокластическая гипсоносная пачка (220 м), подразделяющаяся на нижнюю андезито-базальтовую и верхнюю андезитовую. Между ними залегают гипсовые тела штоко- и линзообразной формы.

Изучение продуктов вулканизма во времени позволило установить, что в указанных структурах типы извержений испытывали скачкообразные изменения. Так, в пределах Шамхорского поднятия извержения имели то спокойный, то взрывной характер (Е колеблется в пределах от 2 до 100%), а в Агджакендском прогибе — эксплозивный (Е = 100%). В оксфорд-кимериджской вулканической деятельности Шамхорского поднятия и Агджакендского прогиба можно выделить три основных типа проявления вулканизма: 1) вытекание расплава с образованием эффузий; 2) выдавливание и выжимание с формированием экструзий; 3) взрывы — эксплозии [3, 5, 6].

Касаясь эволюции состава вулканитов во времени и пространстве, необходимо отметить, что она была обусловлена главным образом тектоническим режимом развития отдельных областей, оказавшим определяющее влияние на процессы дифференциации исходного магматического расплава. Установленные особенности химизма пород андезитодацитовой и андезито-базальтовой формаций, в частности присутствие в породах обеих формаций в сопоставимых количествах одних и тех же элементов, постоянное преобладание железа над магнием и натрия над калием, закономерное изменение петрохимических параметров в эволюционном ряду и др. признаки говорят об общем магматическом источнике вулканитов поздней юры, являющихся производными единой родоначальной высокоглиноземистой базальтовой магмы мантийного происхождения. Кроме тектонического фактора, все разнообразие состава вулканитов связывается с процессами фракционной дифференциации и глубинной ассимиляции. Фракционная дифференциация обусловила изменение состава вулканитов от основных до кислых разновидностей по гомодромной эволюции, в которой ведущая роль принадлежала известково-щелочному и частично толеитовому пути кристаллизации.

В целом для пород андезито-базальтовой формации в отличие от пород андезито-дацитовой формации присущ более натровый характер, не связанный с наложенными процессами альбитизации. Весь потенциал натрия в ходе эволюции химизма расплава был, по существу, полностью вовлечен в алюмосиликаты кальция, содержащиеся в высоких концентрациях в пирокластических породах, что в целом исключало развитие в них процесса альбитизации. Это обстоятельство с учетом общей тенденции эволюции химизма позднеюрских вулканогенных формаций позволяет отнести андезито-базальтовую формацию Агджакендского прогиба к образованиям, отвечающим более ранней стадии дифференциации родоначальной базальтовой магмы, а породы андезито-дацитовой формации Шамхорского поднятия — к более поздней.

Таким образом, анализ материалов по позднеюрскому вулканизму помог установить некоторое различие в характере проявления вулканизма в различных структурах, связанных прежде всего с тектоническим режимом. Так, уменьшение основности вулканитов в направлении Шам-

хорского поднятия вызвано геоантиклинальной тенденцией развития этой структуры, а более основной состав вулканитов Агджакендского прогиба объясняется его относительным погружением.

#### Литература

1. Абдуллаев Р. Н. Петрологические и металлогенические особенности мезозойского вулканизма Малого Кавказа (Азербайджан). Изд. АН Азерб. ССР, Баку, 1965.
2. Азизбеков Ш. А. Геология и петрография северо-восточной части Малого Кавказа. Изд. АН Азерб. ССР, Баку, 1947.
3. Капезинская В. В. Верхнепалеозойский вулканизм Токрасукского синклинория (Центральный Казахстан). Изд-во «Наука», Сибирское отделение, Новосибирск, 1969.
4. Кашкай М. А. Петрология и металлогения Дашкесана и других железорудных месторождений Азербайджана. Изд-во «Недра», М., 1965.
5. Лучицкий И. В. Основные задачи палеовулканологии и проблемы вулканизма Курильских островов. 1966, Автореф. канд. дисс.
6. Мархинин Е. К. Вулканизм Курильских островов. 1966, Автореф. канд. дисс.
7. Ритман А. Вулканы и их деятельность. Изд-во «Мир», М., 1964.
8. Шихалибейли Э. Ш. Геологическое строение и история тектонического развития восточной части Малого Кавказа (в пределах Азербайджана). Изд. АН Азерб. ССР, Баку, 1964, 1966, 1967, т. I, II, III.

Институт геологии

Поступило 20. IX 1975

Р. Н. Абдуллаев, М. А. Мустафаев, Р. К. Гасанов

#### КИЧИК ГАФГАЗЫН УСТ ЈУРА ВУЛКАНИЗМИНИН ИНКИШАФЫ ВЭ ПАЛЕОВУЛКАНИК РЕКОНСТРУКЦИЈАСЫ (ШАМХОР ГАЛХЫМЫ ВЭ АГЧАКЭНД ЧӨКӘКЛИЈИ ТИМСАЛЫНДА)

Сомхит—Агдам зонасында вулкан мәркәзләри әсасән Үмүм—гафгаз истигамәтли дәринлик тектоник чатлар боју пајланыр. Онлар мүсбәт релјефләр әмәлә кәтириб хәтти, радиал вә бә'зән консентрик структурларла мүшәјнәт олуур.

Уст Јура вулканитләри мантија мәншәли јүксәк алүминумлу ваһид базалт магманын мәнсулу олуб, тектоник режимдән, фракцион дифференциасијадан вә дәринлик ассимилясијасындан асылы олараг мүхтәлифдир. Бүтүн көстәрилән амилләрин биркә тә сирн Агчакәнд чөкәклијиндә әсас, Шамхор галхымында исә нисбәтән турш вулканизмин төрәмәсинә сәбәб олуур.

R. N. Abdullayev, M. A. Mustafayev, R. K. Hasanov

#### DEVELOPMENT AND PALEOVOLCANIC RECONSTRUCTION OF THE LATE JURASSIC VOLCANISM

The centres of volcano in somchito—Agdam zone are placed along the deep fault of general Caucasian Strike and on the settling of structures. They are represented chiefly by volcanoes of central, rarely fractured layers.

Late Jurassic volcanites are derivative of united highalumina basaltic magma of pallial origin.

Their variety is conditioned by tectonic regime, fractional differentiation and abyssal assimilation.

УДК 553.41 (571,1)

ГЕОЛОГИЯ

Э. С. СУЛЕЙМАНОВ, Ш. Б. АЗИЗОВ, В. Г. ЗЕЙНАЛОВ

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ СУЛЬФИДНОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ АГДУЗДАГСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ш. А. Азизбековым)

Агдуздагское рудное поле расположено в пределах Кельбаджарской наложенной мульды, одной из важных геологических структур Севано-Акеринской металлогенической зоны М. Кавказа. Основные черты геологического строения и рудоносности рассматриваемого района получили освещение в работах М. А. Кашкая, Э. Ш. Шихалибейли, Г. И. Аллахвердиева, С. М. Сулейманова, В. М. Аллахвердиева и других. По данным этих работ, в геологическом строении рудного района принимает участие комплекс вулканогенноосадочных пород, субвулканических (дайки и силлы) и экструзивных образований, формировавшихся в течение двух стадий тектоно-магматического этапа позднеальпийского цикла.

Образования ранней стадии представлены андезитами, их туфами и туфобрекчиями, слагающими среднеэоценовую кельбаджарскую серию, и, в меньшей степени, верхнеэоценовыми туфокогломератами, туфопесчаниками и известняками. Вулканы поздней стадии представлены излияниями и экструзивами среднего и кислого состава мноплюцевого возраста. Покровы сложены андезито-дацитами, туфами и туфобрекчиями; экструзивы близки по составу покровам и представлены брекчиевидными андезито-дацитами и липарито-дацитами. В пределах рудного поля на неразмытых участках рельефа отмечены останцы четвертичных лав, базальтов и андезито-базальтов.

Широким развитием пользуются в районе штокообразные и дайковые образования, представленные диоритовыми порфиридами, сениит-диоритами, габбро-диоритами и липарит-дацитами.

Комплекс пород среднего эоцена прорван Кетидагским экструзивом и дайками липаритов и дацитов, с которыми парагенетически связано сульфидное оруденение Агдуздагского рудного поля.

Наиболее благоприятной рудоконтролирующей структурой является Зейликская ассиметричная антиклиналь близмеридионального простирания. Осевая полоса ее осложнена зонами крупных разломов и приуроченными к ней интрузивными и экструзивными образованиями.

Подавляющее большинство промышленных рудных тел размещено в пределах этой складки и контролируется зонами разломов. Последние, предопределившие размещение рудных тел, по времени образования разделяются на доинтрузивные, дорудные, интеррудные и послерудные, охватывающие интервал времени от возникновения складчатых структур до завершения процесса рудообразования. Главные рудоконтролирующие разломы (Ширванский, Тертерский и Зейликский) и оперяющие их трещины на различных стадиях рудообразования являлись благоприятными структурами для локализации сульфидной минерализации. В этих зонах так же, как и в периферийной части Кетидагского экструзива, широко распространены разрывные трещины северо-западного, северо-восточного и близмеридионального простирания, несущие сульфидную минерализацию в кварцевых жилах. Рудовмещающие породы (агломератовые лавы андезитов) вдоль линии разрывных нарушений раздроблены и брекчированы, вследствие чего сильно трещиноваты.

Рудные тела с промышленным содержанием сульфидов, располагающиеся в периферийной части Кетидагского экструзива и в контактовых зонах липаритовых и дацитовых даек, являются прерывисто-протяженными и сравнительно мощными (до 50 м). В отличие от них рудные зоны, расположенные в центральной части экструзива, сложенного массивными липаритами и липарито-дацитами, характеризуются сравнительно незначительными протяжениями, малыми мощностями (до 5 м) и крайне неравномерным распределением рудных компонентов. Они быстро выклиниваются как по простиранию, так и по падению.

Кетидагская зона в северо-западной части прослеживается по контуру покровов андезитов среднего эоцена, а в юго-восточной части — среди агломератовых их лав. При этом в первых содержание рудных компонентов низкое, а во вторых — высокое. Таким образом, при наличии аналогичных структурных условий изменение содержания рудных компонентов в отдельных частях рудного тела определяется преимущественно литологическим фактором.

Северо-западный фланг Агдуздагской зоны характеризуется довольно высоким содержанием рудных компонентов и располагается на изгибе одноименного разрыва. Рудовмещающими породами здесь являются агломератовые лавы. На юго-западном фланге зоны, прослеживающейся среди плотных дацитов и липарито-дацитов, содержание рудных компонентов низкое.

Высокое содержание рудных компонентов отмечается лишь в жилах, сложенных пластинчатым, каркасным и полосчато-поздреватым кварцем. Поэтому они могут являться надежным поисковым признаком для обнаружения аналогичных жил, несущих промышленное содержание рудных компонентов. Такие кварцевые жилы распространены на Кетидагском и Ширванском участках, а также на Вагифском рудопроявлении. Кварцевые жилы, сложенные мелкозернистым и сахаровидным кварцем характеризуются низким содержанием рудных компонентов.

Во многих случаях контактовая часть липаритовых и дацитовых даек в значительной степени раздроблена и перетерта более поздними подвижками. Так, рудоносными интервалами Ширванской зоны являются те, которые располагаются непосредственно в висячем боку липаритовой дайки. При удалении от зальбандовой ее части степень гидротермального изменения и сульфидной минерализации постепенно убывают. Иногда отдельные интервалы оруденения находятся непосредственно в дайковых породах, которые подвергались интенсивному гидротермальному изменению и пронизаны многочисленными кварцевыми прожилками различного направления. Пересечения последних в зоне гидротермально измененных пород обусловили образование штокверкового типа оруде-

нения, характеризующегося промышленным содержанием рудных компонентов.

Для локализации и размещения рудных тел существенную роль сыграла также интерминерализованная тектоника. Последняя обеспечила образование тектонически ослабленных участков в рудных телах, к которым приурочено высокое содержание рудных компонентов.

Суммируя вышесказанное, можно сделать следующие выводы.

1. Подавляющее большинство промышленных рудных тел размещено в пределах Зейликской антиклинальной складки и контролируется зонами дорудных разломов, сопровождающихся широкими полосами зон дробления и брекчирования, где локализовано и размещено сульфидное оруденение.

2. Узлы пересечения рудоконтролирующих разломов с более поздними по отношению к ним разрывами являются наиболее благоприятной средой для локализации и размещения рудных тел. Одним из основных благоприятных для оруденения структур являются также места изгибов разрывных нарушений.

3. Сульфидное оруденение парагенетически связано с мнотипным дайковым комплексом липаритового и дацитового состава, рассматриваемых как «самостоятельные малые интрузии».

4. В сочетании со структурными и магматическими факторами усугубляется роль вмещающих пород в локализации оруденения. Наиболее благоприятными для развития мелких трещин и локализации оруденения являются туфы и туфобрекчии среднего, а также агломератовые лавы кислого состава.

#### Литература

1. Кашкай М. А., Тамразян Г. П. Об антикавказских дислокациях на Кавказе. Изд-во АН Азерб. ССР, 1956. 2. Константинов М. М., Грушин В. А. Зодско-Агдудзагский золоторудный узел. Труды ИНИГРИ, 1972. 3. Сулейманов С. М., Азизов Ш. Б. Структура Агдудзагского рудного поля. Уч. зап. АГУ им. С. М. Кирова, № 2, 1968. 4. Шихалибеги Э. Ш. Геологическое строение и история тектонического развития восточной части Малого Кавказа. Изд-во АН Азерб. ССР, 1966.

Институт геологии

Поступило 14. IV 1974

УДК 550,834.32:622.235(262,81)

ГЕОФИЗИКА

Д. Х. БАБАЕВ, Ю. Г. ГАНБАРОВ, А. М. ГУСЕЙНОВ, З. Ф. ДЖАФАРОВ,  
Л. Р. МЕРКЛИН, Ю. П. НЕПРОЧНОВ, В. В. СЕДОВ

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕВЗРЫВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПРИ ГЛУБИННОМ СЕЙСМИЧЕСКОМ ЗОНДИРОВАНИИ НА КАСПИЙСКОМ МОРЕ

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

В последние годы при морских сейсмических исследованиях широкое применение нашли невзрывные источники возбуждения сейсмических волн (установка газовой детонации, электронскропые и пневматические излучатели и др.).

Особенно эти источники используются при непрерывных сейсмических профилированиях методом отраженных волн.

Большой научный и практический интерес представляют исследования и выявления возможности использования невзрывных источников для возбуждения и регистрации преломленных и отраженных волн с целью изучения глубинного строения земной коры на Каспийском море.

Учитывая изложенное в 1972—1974 гг. Азербайджанским отделением ВНИИ Геофизики совместно с Институтом океанологии АН СССР (ИОАН) были проведены специальные опытные работы по использованию невзрывных источников типа УГД и ПИ при сейсмических исследованиях глубинного строения земной коры в сейсмогеологических условиях Каспийского моря.

При экспериментальных работах в 1972 г. на Каспийском море проводилось сравнение эффективности пневматических излучателей и установки газовой детонации, а также впервые опробовались ПИ с суммарным рабочим объемом камер 28 л.

Опытные работы проводились на двух небольших судах ограниченного плавания вблизи берега, южнее Апшеронского полуострова на участке с глубиной моря 10—15 м. На одном судне размещались невзрывные источники ПИ и УГД, а на другом—регистрирующая аппаратура.

Сейсмические волны возбуждались с помощью УГД с группированием трех двадцатилитровых камер (3×20 л) и пневматического излучателя с камерами с суммарными объемами 28 (4×7 л) и 3 л. Возбуждения волн производились на глубине около 10 м.

Регистрация сейсмических волн осуществлялась глубинным гидрофоном и радиобуем на станции ГСЗ и автономными донными сейсмостанциями. Для получения сопоставимых записей опытный профиль был отработан несколько раз с различными источниками возбуждения сейсмических волн при максимальном удалении от пункта регистрации 12 км.

Сравнение сейсмического материала, полученного с разными источниками, показало, что УГД с суммарным рабочим объемом камер возбуждения 60 л примерно эквивалентна ПИ с объемом камеры 3 л. С помощью указанных источников удается регистрировать преломленные волны лишь при удалении до 9 км.

Преломленные волны, зарегистрированные в случае использования ПИ с суммарным объемом камер 28 л, значительно интенсивнее. Амплитуда зарегистрированных преломленных волн при удалении до 12 км в 10—20 раз превышает уровень помех.

Существующая конструкция УГД из-за значительно меньшего эффекта, неудобства в эксплуатации и недостаточной автономности, менее эффективна для целей КМПВ и ГСЗ.

На основании первых положительных результатов экспериментальных исследований опытно-методические работы с использованием пневматического излучателя в значительном объеме были проведены в 1974 г. в средней глубоководной части Каспийского моря.

Опытные наблюдения производились с помощью двух кораблей водоизмещением около 300 т. На одном корабле были смонтированы пневмоизлучатель ПИ-1А, дизель-компрессор ДК-2, вспомогательное оборудование для возбуждения волн, а также сейсмическая станция СС-48-МН и плавающая сейсмическая коса. На другом — размещались все автономные донные сейсмические станции, гидрофон и станция ГСЗ.

На основании результатов предварительных опытных работ были выбраны оптимальные условия возбуждения и приема сейсмических волн на опытных профилях. Для возбуждения и регистрации глубинных преломленных и отраженных волн использовался групповой пневмоизлучатель (4×7 л) с суммарным объемом камер 28 л. При этом оптимальной глубиной погружения излучателя следует считать 20 м. В случае наблюдения способом центрального луча возбуждение волн осуществлялось с помощью 7- или 3-литровых камер, при глубине их погружения соответственно 20 и 12 м.

При отработке опытных профилей КМПВ—ГСЗ с групповым пневмоизлучателем 4×7 л возбуждение волн производилось через 4 мин и такой интервал определялся производительностью дизель-компрессора ДК-2. Скорость буксировки пневмоизлучателя за судном равна примерно 7,5 км/ч и выбрана с таким расчетом, чтобы расстояние между соседними точками возбуждения волн было не более 400—500 м. В случае использования 3- или 7-литровых пневмокамер временной интервал между возбуждениями составлял 1 мин, а расстояние между точками возбуждения — 100—150 м.

При сейсмических наблюдениях методом КМПВ—ГСЗ применялись автономные донные сейсмические станции ДС-2-Ф и гидрофон-сейсмическая станция ГСЗ-63. При опытных работах МОВ применялась плавающая одноканальная пьезокоса с многоэлементным группированием пьезоприемников и сейсмостанция СС-48-МН. Во время наблюдения на профиле станции ДС-2-Ф устанавливались на дно моря с помощью капронового фала и пенопластовых буйев, а гидрофон находился в подвешенном состоянии на глубине 40 м. Пьезокоса также находилась в подвешенном состоянии на глубине 10—15 м, во время наблюдения непрерывно буксировалась за судном.

Опытные сейсмические наблюдения проводились одновременно методами КМПВ—ГСЗ и МОВ в модификации способа центрального луча (СЦЛ) на трех глубоководных профилях, расположенных в северо-восточной части среднего Каспия (рис. 1).

По сейсмическим материалам автономных донных сейсмических станций и гидрофона построены амплитудные и частотные кривые, годографы преломленных и отраженных волн и соответствующие сейсмические разрезы, а по материалам МОВ — временные и глубинные сейсмические разрезы.

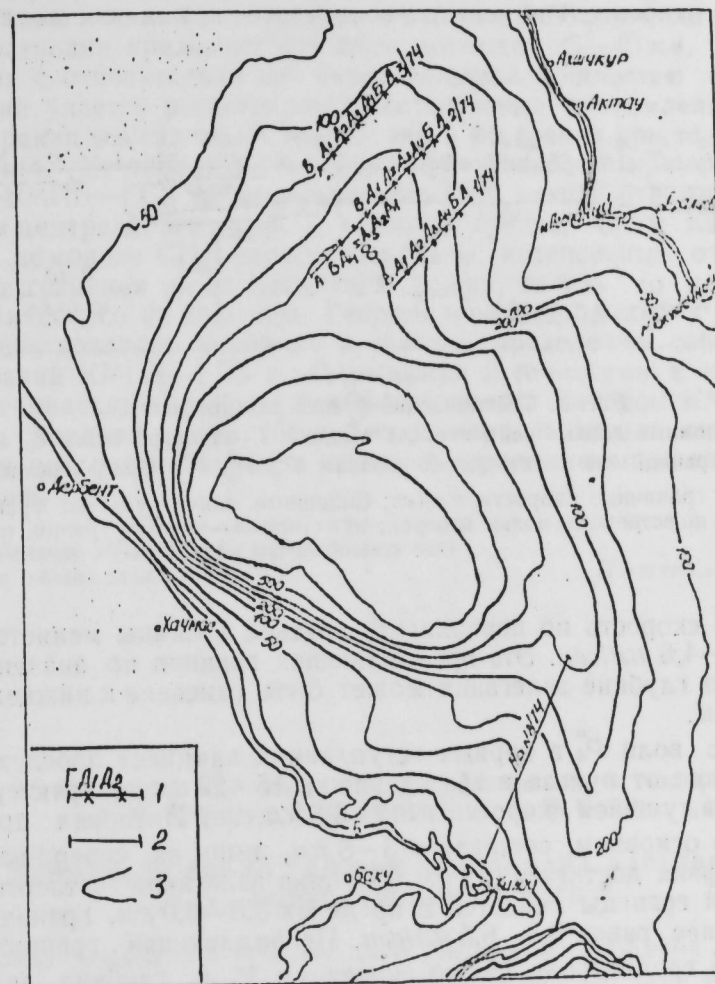


Рис. 1. Схема расположения сейсмических профилей: 1—профиль КМПВ—ГСЗ; 2—профиль МОВ; 3—изобаты (м). Д—пункты регистрации с ДС, Г—пункты регистрации с гидрофоном.

При этом установлено, что дальность регистрации преломленных волн с помощью гидрофона составляла 20—40 км, а с помощью ДС-2-Ф—20—30 км. Уменьшение дальности регистрации преломленных волн в случае ДС связано с высоким уровнем фона помех, вызванных подводными течениями.

На рис. 2 в качестве примера приводятся результаты обработки и интерпретации материалов КМПВ—ГСЗ на профиле № 2.

Первые две группы волн  $P_1$  и  $P_2$  по кинематическим и динамическим признакам могут быть отнесены к преломляющим границам в

самой верхней части геологического разреза в осадочных отложениях третичного возраста. Наибольший интерес представляют группы волн  $P_3$  и  $P_4$ , которые связаны с глубокими преломляющими границами.

Группа волн  $P_3$  довольно интенсивная и регистрируется на больших расстояниях от пункта возбуждения. Она наблюдается в первых вступлениях, начиная с расстояния 8—10 км и уверенно прослеживается до 18—22 км с кажущейся скоростью  $V_r$  равным 4,0—4,8 км/сек. Глубина залегания преломляющей границы меняется в пределах 1,3—2,1 км. По этой границе вырисовывается обширное пологое антиклинальное поднятие с двумя локальными осложнениями. Амплитуда поднятия относительно северо-восточного крыла составляет 0,5 км.

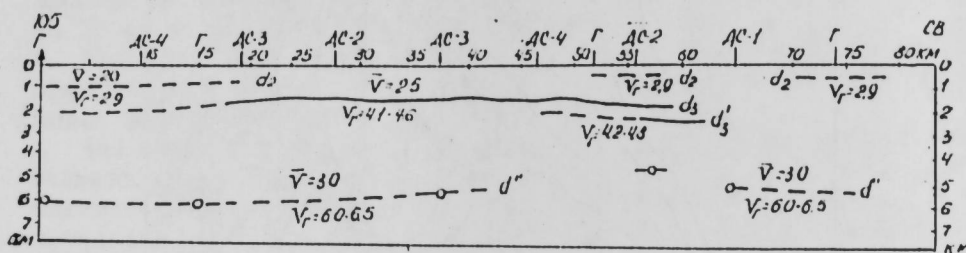


Рис. 2. Сейсмический разрез для профиля 2.

ДС—автономные донные сейсмические станции; Г—гидрофоны;  $d_2, d_3, d^*$ —обозначения границ, соответствующих волнам  $P_2^0, P_3^0, P^0$ ;  $V, V_r$ —соответственно средние и граничные скорости, км/сек; Сплошные линии—участки границ, построенные по встречным полям изохрон; пунктирные—участки границ, построенные способом  $t_0$

Граничная скорость по поверхности третьей границы меняется в пределах 4,2—4,6 км/сек. Эта преломляющая граница по значениям  $V_r$ , а также по глубине залегания может быть отнесена к нижнемеловым отложениям.

Группа волн  $P_4$  в первых вступлениях начинает прослеживаться при удалении от пункта возбуждения на 15—22 км и характеризуется большой кажущейся скоростью 5,5—6,5 км/сек. Интервал прослеживания  $P_4$  в основном, составляет 3—5 км, лишь на северо-восточном конце профиля достигает 12 км. Глубина залегания четвертой преломляющей границы меняется в пределах 5,5—6,0 км. Граничная скорость для нее равна 5,5—6,5 км/сек. Преломляющая граница, построенная по группе волн  $P_4$  по значениям  $V_r$  и глубине залегания, нами отнесена к поверхности кристаллического фундамента.

Большой практический и научный интерес представляют также результаты метода отраженных волн.

По сейсмическим материалам СЦЛ на аналоговой машине ПСЗ-4 по всем профилям построены временные сейсмические разрезы. На всех профилях до 3 сек выделяются 2—3 непрерывно прослеживающиеся протяженные отражающие горизонты, которые погружаются с СВ на ЮЗ и связаны с осадочными отложениями.

На больших временах 3,3—4,8 сек наблюдаются относительно низкочастотные и интенсивные отраженные волны с резкими перепадами в корреляции и с иногда пересекающимися осями синфазности. Наблюдаемая волновая картина может быть получена от дислоцированной поверхности кристаллического фундамента.

Отдельные динамически выраженные протяженные отражающиеся горизонты по времени регистрации и по глубине залегания совпадают с преломляющими границами, приуроченными к меловым отложениям и поверхности фундамента.

Таким образом, в результате проведенных опытных работ установлена высокая эффективность и перспективность использования пневматического излучателя при сейсмических исследованиях глубинного строения земной коры в Каспийском море. Показано, что в случае использования группового пневмоизлучателя с объемом 28 л и при регистрации сейсмических волн с помощью автономных донных сейсмических станций и гидрофона—станции ГСЗ дальность уверенной регистрации преломленных волн достигает 25—40 км. При этом в районах с относительно не очень большой мощностью осадочных отложений удается регистрировать интенсивные преломленные волны как от границ в осадочной толще, так и от границ кристаллического фундамента. Установлена высокая эффективность применения при работах КМПВ—ГСЗ на море одновременно метода отраженных волн способом центрального луча. В условиях средней части Каспийского моря с помощью СЦЛ зарегистрированы интенсивные отраженные волны от границ в низах осадочной толщи, вплоть до поверхности кристаллического фундамента. Рекомендовано продолжить работу по усовершенствованию методики и техники проведения сейсмических исследований КМПВ—ГСЗ с невзрывными источниками, а также провести региональные работы комбинированным методом КМПВ—ГСЗ и МОВ в средней части Каспийского моря с целью определения мощности осадочного чехла и изучения строения земной коры в данном районе.

Азерб. отделение ВНИИ Геофизики,  
Институт океанологии АН СССР

Поступило 12. II 1975

Д. Х. Бабајев, Ј. Ђ. Ганбаров, А. М. Ђусејнов, З. Ф. Чофаров,  
Л. Р. Мерклин, Ј. П. Непрочнов, В. В. Седов

### ХЭЗЭР ДЭНИЗИНДЭ ДЭРИН СЕЈСМИК ЗОНДЛАМАДА ПАРТЛАЈЫШСЫЗ ДАЛГА МЭНБЭЛЭРИНИН ТЭТБИГИ

Апарылмыш тэчрүбэлэр нэтичэсиндэ Хэзэр дэниндэ јер габығынын дэрин гатларынын сејемик зондлама үсулу илэ өјрөнилмэсиндэ партлајышсыз далга мэнбэлэринин тэтбигинин јүкэж еффективлији вэ перспективлији мүэјјон едилмишдир. Группалашдырылмыш 28 л һэчмли пневматик далга мэнбэјиндэн вэ ојадылмыш далгалары јазмаг үчүн автоном сејемографлардан вэ гидрофондан истифадэ едилдикдэ сынан далгаларын гејдэалыныма узагылыгы 40 км-э чатыр.

Чөкүнтү сүхурларын галынлыгы чох олмајан районларда (10 км-э гэдэр) Мезозөј чөкүнтүлэриндэки сэрһэдлэрдэн, елэчэ дэ кристаллик өзүлүн сэтһиндэн күчлү сынан далгалар гејдэ алынмышдыр.

Сејемик кэшфијатын мэркэзи шуа үсулу илэ апарылмыш тэдигатлары нэтичэсиндэ чөкүнтү лајларынын сэрһэдлэриндэн вэ кристаллик өзүлүн сэтһиндэн чохлу мијларда экс олунмуш далгалар мүшанидэ едилмишдир.

Сејемик тэдигатын нэтичэлэринэ эсасэн кристаллик өзүлүн дэринлији Орта Хэзэрдэ 5,5—6 км-э чатыр.

THE APPLICATION OF NON-EXPLOSIVE SOURCES AT DEEP SEISMIC  
SOUNDING OF THE CASPIAN SEA

High efficiency of non-explosive sources was set by seismic exploration of top earth's crust depth structure at the Caspian sea.

In case of group emitter of 28 litres and seismic was registration made by self-contained bottom seismographs and hydrophone the range of refracted was registration is about 40 kilometers. In the area of low thickness sediments (up to 10 kilometers) the intensive refracted waves are registered both from the boundary in the sedimentary thick and from crystalline foundation. Intensive reflection waves were registered from the boundaries at the bottom of the sedimentary thick up to crystalline foundation surface by method of central ray under condition of the Middle Caspian Sea. According to data of static investigations the depth of crystalline foundation surface bedding varies from 5,5 to 6,0 kilometers.

УДК

РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ  
И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Чл.-корр. М. Т. АБАСОВ, Н. Д. ТАИРОВ, Д. Ш. ВЕЗИРОВ, Ф. Г. КЕРИМОВА

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ФАЗОВУЮ ПРОНИЦАЕМОСТЬ  
ПРИ КАПИЛЛЯРНОМ ВЫТЕСНЕНИИ ВОДЫ  
УГЛЕВОДОРОДНЫМИ ЖИДКОСТЯМИ

Положительное влияние повышенных температур на коэффициент нефтеотдачи коллекторов — установленный фактор. Экспериментальными исследованиями последних лет выявлена зависимость многих параметров, определяющих нефтеотдачу пласта от температуры, в том числе и фазовой проницаемости, при вытеснении нефти водой под действием приложенного перепада давления [1, 2].

Влияние температуры на капиллярные явления в пористой среде [3, 4] дает основание считать, что и при капиллярном вытеснении фазовая проницаемость будет зависеть от этого фактора.

Для исследования данного вопроса проводилась серия экспериментов и получены кривые зависимости капиллярного давления от водонасыщенности при высоких температурах методом полупроницаемой перегородки [5]. Для проведения опытов была изготовлена установка, позволяющая работать при повышенных температурах. В экспериментах из образца породы проницаемостью 0,44 *дарси* дистиллированная вода вытеснялась углеводородными жидкостями: очищенным неполярным керосином и высокоактивной нефтью при температуре 20—70°C.

Экспериментальные данные показывают, что с увеличением температуры остаточная водонасыщенность образца в случае вытеснения воды керосином при одном и том же капиллярном давлении возрастает. Подобная картина наблюдается и при капиллярном вытеснении воды высокоактивной нефтью.

Полученные зависимости использованы для определения фазовых проницаемостей для воды и углеводородной жидкости по методу, описанному в [6].

В основу вычислений положены экспериментальные зависимости, приведенные для одной температуры (50°C) на рис. 1. На этом рисунке по оси ординат отложены капиллярное давление  $P_k$  и величина  $\frac{1}{P_k^2}$ , а по оси абсцисс — доля объема пор, занятого водой при соответствующем значении капиллярного давления.

В [6] рекомендуется для определения фазовых проницаемостей использовать выражения:

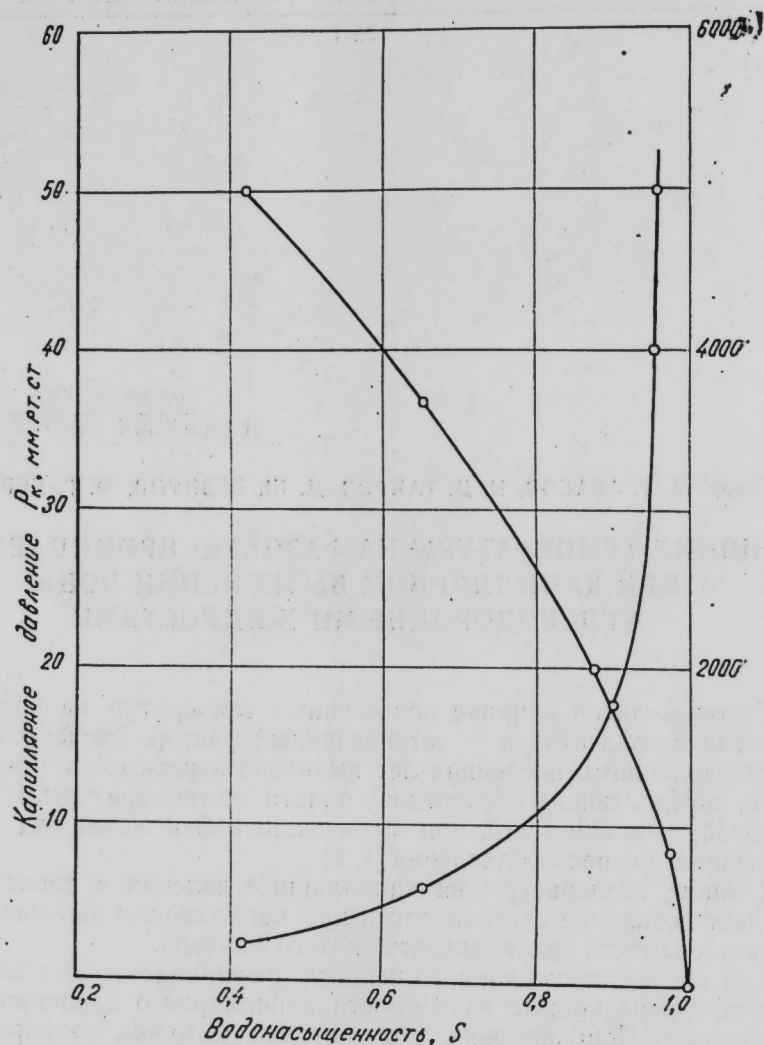


Рис. 1.

для смачивающей фазы

$$K'_c = \left( \frac{S_c - S'_c}{1 - S'_c} \right)^2 \frac{\int_0^{S_c} \frac{dS_c}{P_k^2}}{\int_0^1 \frac{dS_c}{P_k^2}},$$

и несмачивающей фазы

$$K_{II} = \left( 1 - \frac{S_c - S'_c}{1 - S_{II} - S'_c} \right)^2 \frac{\int_{S_c}^1 \frac{dS_c}{P_k^2}}{\int_0^1 \frac{dS_c}{P_k^2}},$$

где

$S_c$  — насыщенность порового пространства смачивающей фазой;  
 $S'_c$  — минимальная остаточная насыщенность порового пространства смачивающей фазой;  
 $S_{II}$  — минимальная остаточная насыщенность несмачивающей фазой.

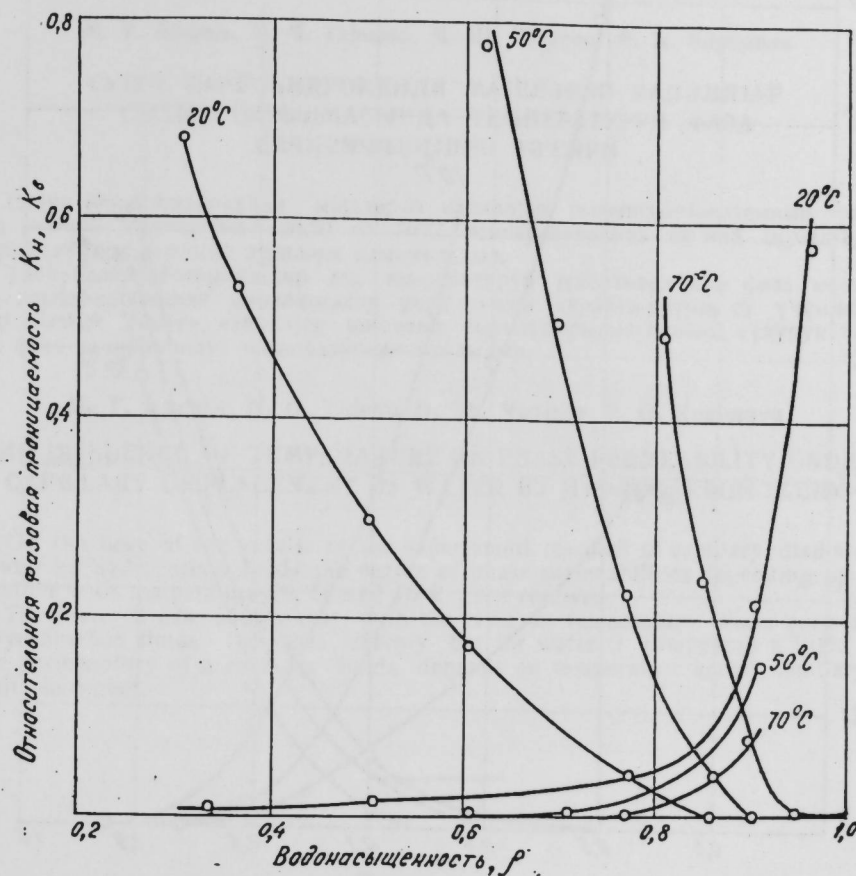


Рис. 2.

Минимальная остаточная насыщенность несмачивающей фазой, т. е. керосином и нефтью, взята из опытов по вытеснению углеводородных жидкостей водой при соответствующих температурах.

Для определения фазовых проницаемостей при определенных насыщениях образца смачивающей фазой интегралы в приведенных выше уравнениях найдены по величине площади под кривой  $\frac{1}{P_k^2} = f(S_c)$

ограниченной величиной насыщенности смачивающей фазой, соответствующими пределами интегрирования.

Определив методом трапеций площадь под кривой в пределах определенных насыщений и зная из эксперимента минимальную остаточную насыщенность порового пространства смачивающей фазой при соответствующем капиллярном давлении и температуре, легко вычислить значения фазовых проницаемостей для воды и углеводородной жидкости.

На основании подобных расчетов построены кривые фазовых проницаемостей для исследуемых жидкостей в зависимости от водонасыщенности при температуре 20, 50 и 70°C. Результаты экспериментов с керосином приведены на рис. 2, а с нефтью — на рис. 3, из которых



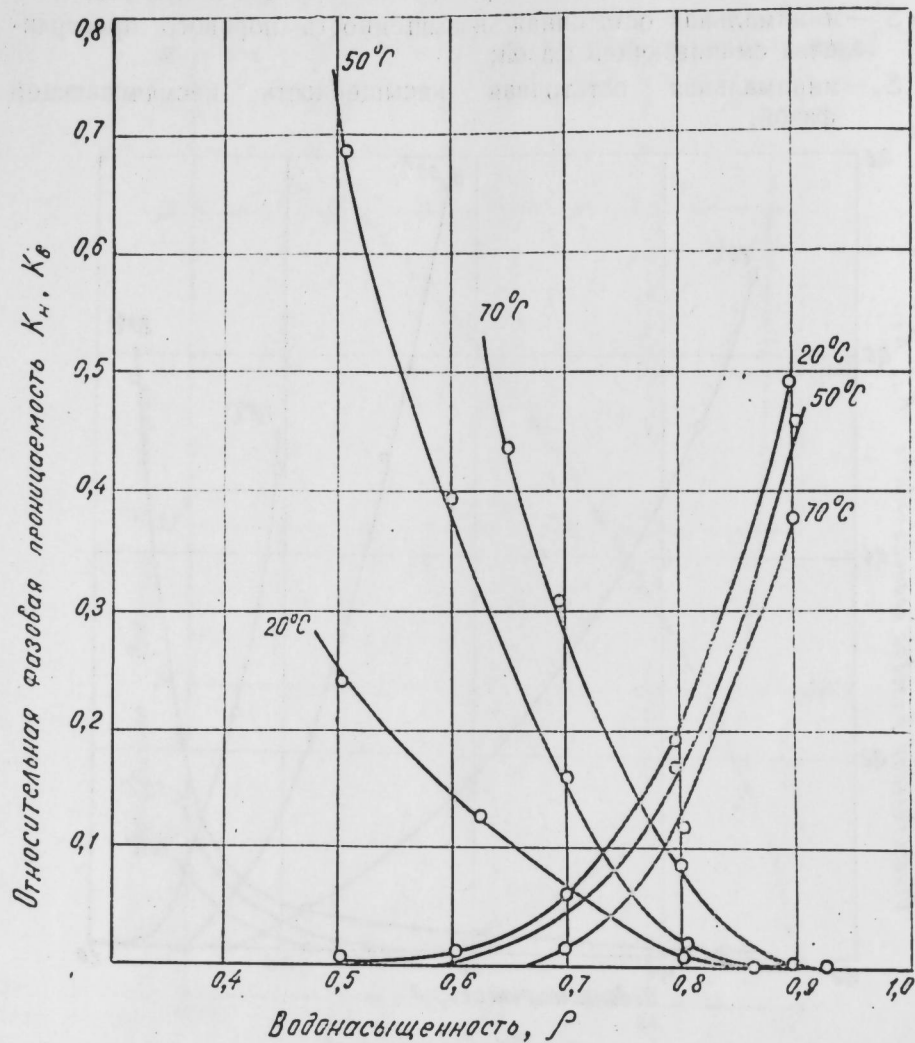


Рис. 3.

видно, что с увеличением температуры фазовая проницаемость для керосина и нефти резко возрастает, а для воды несколько уменьшается. Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что при капиллярном вытеснении нефти водой, как и при наличии перепада давления, фазовая проницаемость породы для жидкостей зависит от температуры.

#### Литература

1. Абасов М. Т., Абдуллаева А. А., Алиева Ш. М., Таиров Н. Д. Влияние температуры на фазовую проницаемость коллекторов. «Нефтепромысловое дело», № 10, 1965.
2. Mungan N., Soc Petrol. Engr. 18, v. 2, 1966.
3. Таиров Н. Д., Везиrow Д. Ш., Коджаев Ш. Я., Керимова Ф. Г. Противоточное капиллярное вытеснение углеводородных жидкостей водой при различных температурах. Изв. АН Азерб. ССР, серия наук о Земле, 1971, № 5—6.
4. Таиров Н. Д., Везиrow Д. Ш., Коджаев Ш. Я., Керимова Ф. Г. Влияние температуры на прямо-точное капиллярное вытеснение углеводородных жидкостей водой. Изв. АН Азерб.

ССР, серия наук о Земле, 1970, № 5. Оркин К. Г., Кучинский П. К. Лабораторные работы по курсу «Физика нефтяного пласта». Гостоптехиздат, 1953. 6. Гиматуллин Ш. К. Физика нефтяного пласта, 1963.

Институт проблем  
глубинных нефтегазовых  
месторождений

Поступило 12. V 1974

М. Т. Абасов, Н. Ч. Таиров, Ч. Ш. Везиrow, Ф. Г. Керимова

#### СУЖУН КАРБОНИДРОКЕНЛИ МАЈЕЛЭРЛЭ КАПИЛЛАР СЫХЫШДЫРЫЛМАСЫНДА ТЕМПЕРАТУРУН ФАЗА КЕЧИРИЧИЛИЈИНЭ ТӘСИРИ

Сујун карбонидрокенли мајелэрлэ капиллар сыхышдырылмасынын тэчрубн јолла тэдиги нэтичэсиндэ 20,50 вэ 70°C температурларда су илэ дојманын фаза кечиричилији асылылыгы эјрилэри алынмышдыр.

Тэчрубэлэр кэстэрмишдир ки, температурун јуксэлмэси илэ фаза кечиричилији карбонидрокенли бирлэшмэлэр үчүн кэскин сурэтдэ артыр, су үчүн исэ бир гэдэр азалыр. Демэли, капиллар эвэзетмэ сыхышдырылма; заманы сүхурун мајелэр үчүн фаза кечиричилији температурдан асылыдыр.

М. Т. Abasov, N. D. Tairov, D. Sh. Vezirov, F. G. Kerimova

#### THE INFLUENCE OF TEMPERATURE ON PHASE PERMEABILITY UNDER CAPILLARY DISPLACEMENT OF WATER BY HYDROCARBON FLUIDS

On the base of the results of the experimentl research of capillary displacement of water by hydrocarbon fluids the curves of phase permeabilities depending on water saturation with temperature 20, 50 and 70°C were received.

The research has shown that with the raise of temperature phase permeability for hydrocarbon fluids increases sharply but for water it diminishes a little. Thus, phase permeability of a rock for fluids depends on temperature under capillary mutual displacement.

УДК 532.546

РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ  
И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Чл.-корр. К. Н. ДЖАЛИЛОВ, Г. И. ДЖАЛАЛОВ

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СИСТЕМ СКВАЖИН В ЗАЛЕЖИ,  
СОСТОЯЩЕЙ ИЗ ОДНОРОДНЫХ  
ПО ПРОНИЦАЕМОСТИ УЧАСТКОВ

Оценка и учет неоднородности продуктивных пластов—одна из проблем современной теории и практики разработки нефтяных месторождений как при проектировании и разработке нефтяных залежей, так и в процессе их эксплуатации.

В целом (принимая во внимание существенно произвольный характер распределения проницаемости, встречающийся в реальных пластах) вопросы математического моделирования их остаются чрезвычайно актуальными.

Так как давление является основной энергетической характеристикой пласта и используется для определения основных показателей разработки, задача определения его имеет весьма важное значение. Но аналитическое определение давления в неоднородных по проницаемости пластах довольно сложно и наталкивается на ряд математических трудностей.

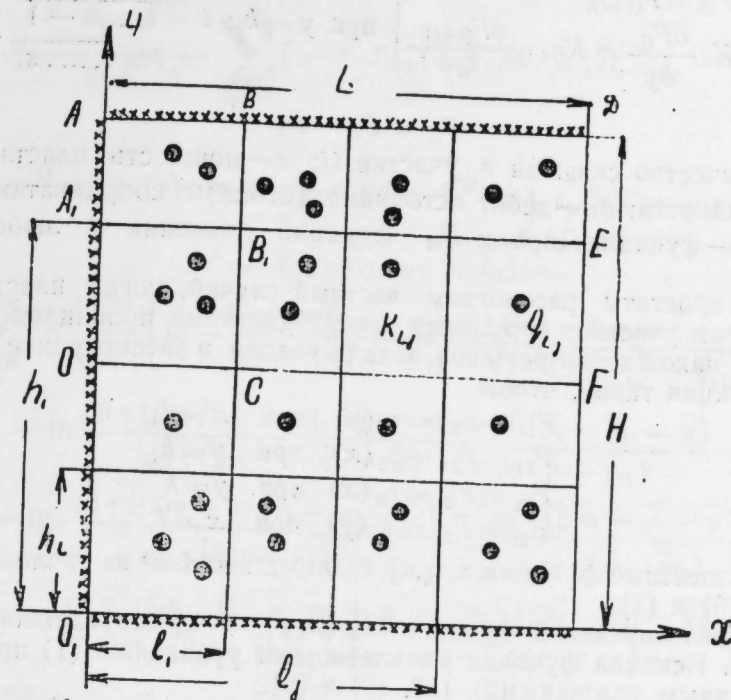
Аналитическое решение этих задач возможно в случаях, когда проницаемость пласта изменяется по определенному закону в зависимости от координат и когда пласты по простиранию или же по разрезу состоят из нескольких зон или пропластков с постоянными, но различными значениями коэффициента проницаемости.

Задача об определении поля давления в пластах различных форм с учетом непрерывного изменения проницаемости при наличии точечных источников (стоков), когда проницаемость пласта аналитически задана в зависимости от пространственных координат или же удовлетворяет уравнению типа Гельмгольца, рассмотрена в работах [2, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15].

Вопросами фильтрации жидкости в системе скважин и кусочно-однородных пластах, состоящих из нескольких зон или же пропластков с разными значениями коэффициента проницаемости, занимались в работах [2, 3, 5, 6, 7, 14].

Если проницаемость залежи изменяется по площади и по разрезу (мощности) непрерывно, т. е. от точки к точке, то течение жидкости в таких залежах путем осреднения проницаемости по элементам площа-

ди и мощности можно привести к течению жидкости в залежах, состоящих из однородных участков с различными коэффициентами проницаемости [5].



О взаимодействии систем скважин в залежи, состоящей из однородных по проницаемости участков.

В данной работе при указанной схематизации рассматривается задача об установившемся притоке жидкости к совершенным скважинам в ограниченной полосообразной залежи, состоящей из нескольких участков с разными коэффициентами проницаемости при водонапорном режиме (рисунок). На контуре питания  $x=L$  поддерживается постоянное давление  $P_{ij}$ . В данном удельном элементе работают в любом количестве произвольно расположенные скважины. Пусть  $K_{ij}$ —коэффициенты проницаемости участков. Скважины заменяются источниками (стоками) с теми же дебитами и их действие учитывается непосредственно в дифференциальных уравнениях движения с помощью дельта-функции Дирака [4]. При этих предположениях поставленная задача математически формулируется следующим образом: в участке  $ij$  найти функции давления  $P_{ij}$ , удовлетворяющие уравнению Пуассона и граничным условиям:

$$\frac{\partial^2 F_{ij}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 F_{ij}}{\partial y^2} = - \frac{\sum_{k=1}^{s_{ij}} q_{ij}^{(k)}}{bK_{ij}} \delta(x - x_{ij}^{(k)}) \delta(y - y_{ij}^{(k)}), \quad (1)$$

$$i = \overline{1, \dots, n}, j = \overline{1, \dots, s}$$

$$\left. \frac{\partial F_{ij}}{\partial y} \right|_{y=H} = 0, \quad (2) \quad \left. \frac{\partial F_{ij}}{\partial x} \right|_{x=0} = 0 \quad (4)$$

$$\left. \frac{\partial F_{ij}}{\partial y} \right|_y = 0, \quad (3) \quad F_{is}|_{x=L} = 0 \quad (5)$$

$$F_{ij} = F_{i(j+1)} \left. \begin{aligned} K_{ij} \frac{\partial F_{ij}}{\partial x} = K_{i(j+1)} \frac{\partial F_{i(j+1)}}{\partial x} \end{aligned} \right\} \text{при } x = l_i; \quad i = \overline{1, \dots, n} \quad (6)$$

$$F_{ij} = F_{i+1j} \left. \begin{aligned} K_{ij} \frac{\partial F_{ij}}{\partial y} = K_{i+1j} \frac{\partial F_{i+1j}}{\partial y} \end{aligned} \right\} \text{при } y = h_i; \quad i = \overline{1, \dots, n-1} \quad (7)$$

где:

$$F_{ij} = P_{ij} - P_k$$

$S_{ij}$  — количество скважин в участке  $ij$ ;  $b$  — мощность пласта;  $\mu$  — вязкость жидкости;  $q_{ij}$  — дебит источника (стока) с координатами  $(x_{ij}^{(k)}; y_{ij}^{(k)})$ ;  $\delta(t)$  — функция Дирака;  $P_{ij}$  — функции давления в любой точке залежи.

Для простоты рассмотрим частный случай, когда пласт состоит из четырех участков с разными коэффициентами проницаемости.

Для нахождения решения задачи введем в рассмотрение неизвестные функции такие, чтобы

$$F_{11} = F_{12} = \varepsilon_1(y) \quad \text{при } x = l_1 \quad (8)$$

$$F_{11} = F_{21} = \varepsilon_2(x) \quad \text{при } y = h_1 \quad (9)$$

$$F_{12} = F_{22} = \varepsilon_3(x) \quad \text{при } y = h_1 \quad (10)$$

$$F_{21} = F_{22} = \varepsilon_4(y) \quad \text{при } x = l_1 \quad (11)$$

Неизвестные функции  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4$  определяются из условий сопряжения (6) и (7).

Сперва определим функции  $F_{ij}(x, y)$  в прямоугольной области  $ABB_1A_1$ . Искомая функция удовлетворяет уравнению (1) при  $i=j=1$  и граничным условиям (2), (3), (8) и (9).

Решение уравнения (1) ищем в виде суммы двух функций

$$F_{11}(x, y) = U_1(x, y) + V_1(x, y), \quad (12)$$

где функция  $U_1(x, y)$  удовлетворяет уравнению Лапласа и граничным условиям (2), (3), (8), (9), а функция  $V_1(x, y)$  удовлетворяет уравнению Пуассона (1) и нулевым граничным условиям.

Представляя решение уравнения  $\Delta U_1(x, y) = 0$  с указанными граничными условиями в свою очередь в виде суммы двух функций

$$U_1(x, y) = f_1(x, y) + f_2(x, y) \quad (13)$$

после применения конечных интегральных преобразований Фурье с ядрами  $\text{Sin } \lambda_v (y - h_1)$ ,  $\text{Cos } \mu_n x$  к уравнениям  $\Delta f_1(x, y) = 0$  и  $\Delta f_2(x, y) = 0$  соответственно, находим первое слагаемое (12).

При таком предположении становится очевидно, что функция (13) удовлетворяет уравнению Лапласа в рассматриваемой области и граничным условиям (2), (3), (8) и (9). Следовательно, по теореме единственности решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа она и будет искомым решением.

Чтобы проинтегрировать уравнение (1) для определения функции  $V_1(x, y)$  при нулевых граничных условиях на контуре прямоугольника, умножаем его так же, как и выше, на собственные функции задачи, по которым разлагается решение и которые обращаются в нуль на границах интервала  $[h_1, H]$ .

Тогда искомое решение поставленной выше задачи для участка  $ABB_1A_1$  после некоторых преобразований с учетом (12) будет иметь следующий вид:

$$P_{11}(x, y) = P_k + \frac{2}{H - h_1} \sum_{v=0}^{\infty} \alpha_v^{(11)} \frac{\text{ch } \lambda_v x}{\text{ch } \lambda_v l_1} \text{Sin } \lambda_v (y - h_1) +$$

$$+ \frac{2}{l_1} \sum_{n=0}^{\infty} \beta_n^{(11)} \frac{\text{ch } \mu_n (y - H)}{\text{ch } \mu_n (h_1 - H)} \text{Cos } \mu_n x +$$

$$+ \frac{\mu}{2\pi K_{11} b} \sum_{k=1}^{S_n} \sum_{i=1}^{(n)(k)} \sum_{m=0}^{\infty} (-1)^m F_{1m}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{x}_{11}, \bar{y}_{11}, \bar{l}_1, \bar{h}_1), \quad (14)$$

где

$$\alpha_v^{(11)} = \int_{h_1}^H \varepsilon_1(y) \text{Sin } \lambda_v (y - h_1) dy; \quad \beta_n^{(11)} = \int_0^{l_1} \varepsilon_2(x) \text{Cos } \mu_n x dx \quad (15)$$

$$F_{1m}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{x}_{11}, \bar{y}_{11}, \bar{l}_1, \bar{h}_1) =$$

$$= \sum_{\gamma=1}^2 \frac{(-1)^{\gamma+1}}{\gamma} \left[ \ln \frac{\text{ch } \gamma (2m \bar{l}_1 + \bar{x}_{11} - \bar{x}) \text{Cos } \gamma (2\bar{h}_1 - \bar{y}_{11} - \bar{y})}{\text{ch } \gamma (2m \bar{l}_1 + \bar{x}_{11} - \bar{x}) - \text{Cos } \gamma (\bar{y} - \bar{y}_{11})} + \right.$$

$$+ \ln \frac{\text{ch } \gamma (2m \bar{l}_1 + \bar{x}_{11} + \bar{x}) - \text{Cos } \gamma (2\bar{h}_1 - \bar{y}_{11} - \bar{y})}{\text{ch } \gamma (2m \bar{l}_1 + \bar{x}_{11} + \bar{x}) - \text{Cos } \gamma (\bar{y} - \bar{y}_{11})}$$

$$- \ln \frac{\text{ch } \gamma [(2m+1)(\bar{l}_1 - \bar{x}_{11} - \bar{x})] - \text{Cos } \gamma (2\bar{h}_1 - \bar{y}_{11} - \bar{y})}{\text{ch } \gamma [(2m+1)\bar{l}_1 - \bar{x}_{11} - \bar{x}] - \text{Cos } \gamma (\bar{y} - \bar{y}_{11})}$$

$$\left. - \ln \frac{\text{ch } \gamma [(2m+1)(\bar{l}_1 - \bar{x}_{11} + \bar{x})] - \text{Cos } \gamma (2\bar{h}_1 - \bar{y}_{11} - \bar{y})}{\text{ch } \gamma [(2m+1)\bar{l}_1 - \bar{x}_{11} + \bar{x}] - \text{Cos } \gamma (\bar{y} - \bar{y}_{11})} \right] \quad (16)$$

$$\bar{x} = \frac{\pi x}{2(H - h_1)}; \quad \bar{y} = \frac{\pi y}{2(H - h_1)}; \quad \bar{y}_{11} = \frac{\pi y_{11}^{(k)}}{2(H - h_1)}; \quad \bar{h}_1 = \frac{\pi h_1}{2(H - h_1)};$$

$$\bar{l}_1 = \frac{\pi l_1}{2(H - h_1)}; \quad \bar{x}_{11} = \frac{\pi x_{11}^{(k)}}{2(H - h_1)}; \quad \lambda_v = \frac{\pi(2v+1)}{2(H - h_1)}; \quad \mu_n = \frac{\pi(2n+1)}{2l_1}.$$

Аналогично первому случаю, решая поставленную задачу для участков  $BB_1DE$ ,  $OA_1B_1C$  и  $CB_1EF$ , находим соответственно функции  $P_{12}$ ,  $P_{21}$  и  $P_{22}$ .

Ряды, выходящие в (14) и (16), сходятся быстро [1].

Для определения неизвестных функций, заданных на границах раздела участков, входящих в решения, используются условия (6) и (7).

При этом, дополнительно разлагая в ряды Фурье по соответствующим собственным функциям выражения, входящие в распределения  $\text{Ch } \mu_n (y - H)$ ,

$$[\text{Ch } \gamma (2m \bar{l}_1 + \bar{x}_{11} - \bar{x}) - \text{cos } \gamma (\bar{y} - \bar{y}_{11})]^{-1} \text{ и т. д.}$$

сравнением при одинаковых синусах или косинусах получаем систему уравнений для определения неизвестных коэффициентов. Из-за громоздкости выражений система уравнений не приводится.

В заключение отметим, что из найденных решений получаются решения задач разнообразных частных случаев при различных предельных значениях проницаемости.

#### Литература

1. Гринберг Г. А. Избранные вопросы математической теории электрических и магнитных явлений. М., Гостоптехиздат, 1948. 2. Голубев Г. В., Тумашев Г. Р. Фильтрация несжимаемой жидкости в неоднородной пористой среде. Изд-во Казанского ун-та, 1972. 3. Гусейн-заде М. А. Особенности движения

жидкости в неоднородном пласте. Изд-во "Недра", М., 1965. 4. Гусейн-заде М. А., Колосовкая А. К. Упругий режим в однопластовых и многопластовых системах. Изд-во "Недра", М., 1972. 5. Джалилов К. Н., Джафаров Н. Д. О движении жидкостей в макронеоднородной пористой среде. "ДАН Азерб. ССР", № 4, 1970. 6. Джафаров Н. Д. О взаимодействии скважин прямолинейных батарей в неоднородных пластах. Уч. зап. АГУ им. С. М. Кирова, сер. физ.-матем. наук, № 1, 1973. 7. Костицина Л. И. К вопросу о движении фильтрационного потока в кусочно-однородной пористой среде. Уч. зап. МОПИ, т. 164, 1966. 8. Молокович Ю. М. К вопросу определения поля давления в пластах переменной проницаемости. Уч. зап. КГУ, т. 117, кн. 2, 1957. 9. Мухаметзянов Ф. М. Определение функции давления в неоднородном эллиптическом пласте. Изв. АН СССР, ОТН, механика и машиностроение, № 5, 1961. 10. Мухаметзянов Ф. М. О решении некоторых задач установившейся фильтрации жидкости в неоднородном пласте. Изв. вузов "Нефть и газ", № 7, 1962. 11. Насыров Р. М. К вопросу определения поля давлений в пласте переменной проницаемости. Уч. зап. КГУ, т. 116, кн. 1, 1956. 12. Осятинский С. Д. К задаче об интерференции скважин в неоднородном пласте. Изв. АН СССР, МЖГ, № 2, 1969. 13. Салехов Г. С. К определению функции давления в неоднородных пластах нефтяных месторождений. "ДАН СССР", № 6, 1955. 14. Старшинова Л. В. Решение одной краевой задачи для уравнений эллиптического типа с разрывными коэффициентами в прямоугольной области с логарифмическими особенностями. Изв. КФАН СССР, вып. 15, 1962. 15. Чугунов В. Д. К задаче об интерференции скважин в неоднородном пласте. Труды ВНИИ, вып. X, 1966.

Институт проблем глубинных нефтегазовых месторождений

Поступило 13. I 1975

Г. Н. Чэлилов, Г. И. Чалалов

МҮХТЭЛИФ КЕЧИРИЧИЛИКЛИ ҺИССЭЛЭРДЭН ИБАРЭТ ЛАЈДА  
ГУЈУЛАР СИСТЕМИНИН ГАРШЫЛЫГЛЫ ТЭ'СИРН БАРЭДЭ

Мәгаләдә мұхтәлиф кечиричиликли һиссәләрдән ибарәт золагвары лајда ишлә-  
јән гујулар системинә сыхылмајан мәјенин су басғылы режимдә мүстәви ахым мәсә-  
ләсинин дәғиг ријазин һәлли верилмишдир.

Сонду интеграл чевирмә вә сабитин вариасијасы үсулларынын көмәјин илә һәр  
ај һиссәси үчүн тәзјигини пајланма функцијасы тапылмышдыр.

[K. N. Djalilov, G. I. Djalalov

ABOUT THE INTERACTION OF THE SYSTEMS OF OIL WELLS  
CONSISTING OF HOMOGENEOUS ON PERMEABILITY FIELDS

The article studies the problem of fixed flow of liquid to the perfect wells in a limited deposit, including several areas with the different coefficients of permeability in a water pressure condition. They suppose that arbitraly situated oil wells work in every area in any number.

For the solution of the mentioned problem, the oil wells are substituted for the sources and drains of the given debit and their operation is taken into account in the differential equations of movement with the help of the Diraco delta function. The solution of the mentioned problem is brought to the integration of the Poasson equation. It is received the expression of pressure distribution along the areas with application of the method of the Fourie final integral transformattions.

УДК 553. 98/479. 24/; 552. 5: 621. 3. 028

ГЕОЛОГИЯ И РАЗВЕДКА НЕФТЯНЫХ  
И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Л. А. БУРЯКОВСКИЙ, И. С. ДЖАФАРОВ

К РАЗРАБОТКЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЛИЯНИЯ  
ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ НА УДЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ  
СОПРОТИВЛЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

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

Математические модели процесса влияния термобарических и литолого-физических факторов на величину удельного электрического сопротивления горных пород, находящихся в естественном залегании, могут быть получены как в детерминированном (жестком), так и в вероятностном (статистическом) варианте. Оба варианта взаимосвязаны, причем второй является в некотором роде обобщением первого, так как он может учитывать большее число факторов. Жесткая математическая модель может быть получена лишь для определенных ограниченных условий.

Если рассматривать однородную и изотропную среду с удельным электрическим сопротивлением  $\rho$ , то при изменении нормального внешнего давления на  $dp_1$ , внутреннего (пластового) давления на  $dp_e$  и температуры на  $dt$ , удельное электрическое сопротивление изменится на

$$d\rho = \frac{\partial \rho}{\partial p_1} dp_1 + \frac{\partial \rho}{\partial p_e} dp_e + \frac{\partial \rho}{\partial t} dt \quad (1)$$

или в относительном выражении на

$$\frac{d\rho}{\rho} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial \rho}{\partial p_1} dp_1 + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial \rho}{\partial p_e} dp_e + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial \rho}{\partial t} dt. \quad (2)$$

Если положить условие независимости влияния  $p_1$ ,  $p_e$  и  $t$  на  $\rho$ , то можно получить такой приближенный результат\*

$$\frac{\rho(p_1, p_e, t)}{\rho^0} \approx \frac{\rho^{(p_1)}}{\rho^0} \cdot \frac{\rho^{(p_e)}}{\rho^0} \cdot \frac{\rho^{(t)}}{\rho^0} \quad (3)$$

Расчленяя процесс одновременного влияния  $p_1$ ,  $p_e$  и  $t$  на величину  $\rho$  на последовательные воздействия этих факторов, мы приходим к та-

\* В. М. Добрынин. Деформации и изменения физических свойств коллекторов нефти и газа. Изд-во "Недра", М., 1970, стр. 141-146.

кой модели, в которой влияние каждого фактора изображается некоторым коэффициентом, представляющим собою отношение удельного электрического сопротивления под воздействием данного фактора к сопротивлению той же породы без воздействия. Суммарное влияние представляет собою произведение частных изменений сопротивления под воздействием каждого из факторов. Очевидно, что каждое отношение представляет собою величину больше единицы, если влияние данного фактора приводит к увеличению удельного сопротивления, и меньше единицы в противном случае.

Полученная модель может быть расширена путем учета дополнительных факторов, в частности литолого-физических. Величина каждого воздействия может быть представлена в виде коэффициентов, аналогичных упомянутым, но учитывающих каждый частное изменение сопротивления под воздействием какого-либо одного фактора.

Общий эффект будет изображаться произведением всех коэффициентов

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \prod_{i=1}^n k_i = \frac{\prod_{i=1}^n \alpha_i}{\prod_{i=1}^n \beta_i}, \quad (4)$$

причем коэффициенты  $k_i$  могут быть как больше, так и меньше единицы, а коэффициенты  $\alpha_i$  и  $\beta_i$  всегда больше 1 (кроме того,  $i = m+1, n$ ). Коэффициенты  $\alpha_i$  принадлежат факторам, увеличивающим  $\rho$ , а коэффициенты  $\beta_i$  — уменьшающим.

Можно полагать, что подобная модель является довольно общей, способной учитывать любое количество факторов, каждый из которых вносит свой частный вклад в величину электрического сопротивления горной породы в ее естественном залегании.

Переход от (3) к (4) является не только расширением жесткой модели, но и переходом к ее статистическому аналогу.

К модели умножения можно прийти, используя более общий системный подход.

Допустим, что разность удельных сопротивлений породы в последовательные моменты времени  $t_i$  и  $t_{i-1}$ , равных соответственно  $\rho^i$  и  $\rho_{i-1}$ , пропорциональна удельному сопротивлению в предыдущий момент  $t_{i-1}$ , т. е. величине  $\rho_{i-1}$ . Тогда  $\rho^i - \rho_{i-1} = k_i \rho_{i-1}$ , где  $k_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) — независимые случайные коэффициенты пропорциональности.

Суммируя последовательные относительные приращения сопротивления в моменты времени  $t_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), получим

$$\sum_{i=1}^n \frac{\rho^i - \rho_{i-1}}{\rho_{i-1}} = \sum_{i=1}^n k_i.$$

Если приращения сопротивлений достаточно малы, а моментов времени взято много ( $n \rightarrow \infty$ ), то

$$\sum_{i=1}^n \left( \frac{\rho^i - \rho_{i-1}}{\rho_{i-1}} \right)_{n \rightarrow \infty} \rightarrow \int_{\rho_0}^{\rho^n} \frac{d\rho}{\rho} = \ln \rho^n = \ln \rho_0.$$

Отсюда

$$\ln \frac{\rho^n}{\rho_0} = \sum_{i=1}^n k_i \quad \text{или} \quad \rho^n = \rho_0 \prod_{i=1}^n k_i, \quad (5)$$

т. е. мы приходим к логнормальной модели распределения сопротивлений, что соответствует природе этого параметра.

Полученной модели можно дать следующую интерпретацию. Пусть  $\rho_0$  — «первоначальное» сопротивление породы, подчиняющееся какому-то начальному закону распределения с плотностью  $g(\rho)$ , причем  $\rho_0$  близко к константе при данных литолого-коллекторских особенностях и характере насыщения горной породы, т. е. сопротивлению  $\rho_0$  близки в сходных геолого-физических условиях. Пусть  $k_i$  — величины воздействия различных природных факторов на первоначальное сопротивление. Формально воздействие состоит в том, что первоначальное сопротивление получает случайный множитель  $k_i$ , который может быть как больше единицы, если данный фактор приводит к увеличению первоначального сопротивления, так и меньше единицы — в противном случае. Разумно допустить, что случайные воздействия, реализованные в виде множителей  $k_i$ , не зависят друг от друга и от уже достигнутого значения сопротивления. Тогда после  $n$  моментов (последовательных состояний горной породы) сопротивление породы определится формулой

$$\rho^n = \rho_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \dots k_n. \quad (6)$$

Применяя центральную предельную теорему к сумме логарифмов множителей  $k_i$  приходим к нормальному закону для  $\ln \rho^n$  при  $n \rightarrow \infty$  или к логнормальному закону для  $\rho^n$ .

Модель умножения, полученная как развитие модели пропорциональных эффектов, сформулирована в функции времени. Она исходит из прогнозирования величины сопротивления  $\rho^n$  в какой-то конечный момент времени  $t_n$ . Однако в ряде геологических построений временные и пространственные координаты могут быть взаимозаменяемыми, если учесть характер геологического пространственно-временного континуума, в котором обычно более древние по возрасту породы залегают на больших глубинах. Поэтому прогнозируемая величина  $\rho^n$  может рассматриваться также в функции пространства в зависимости от одного линейного параметра — глубины залегания изучаемого пласта горной породы. В этом смысле  $\rho^n$  становится аналогом  $\rho^{(t_i, p_i, \rho_i)}$ , а полученная модель может быть использована для прогнозирования величины сопротивления на заданной глубине в зависимости от заданных литолого-структурных и термобарических условий.

Интересно отметить, что на разных срезах величина  $\rho^{(t_i, p_i, \rho_i)}$  будет распределена также по логнормальному закону, как и  $\rho^n$ .

Предлагаемая вероятностно-статистическая модель имеет вполне объективное содержание и является a priori адекватной в силу выполнения следующих обязательных условий.

Во-первых, предлагаемые частные коэффициенты учитывают реальные воздействия термобарических и литолого-физических факторов на величину сопротивления породы в естественном залегании, и между ними и природными факторами существует взаимно однозначное соответствие. Последние могут быть определены с помощью экспериментальных исследований образцов пород на специальных установках, в свою очередь моделирующих термобарические условия, существующие в недрах, т. е. могут быть реально изучены.

Во-вторых, многочисленные экспериментальные исследования подтвердили существование определенных частных воздействий термобарических и литолого-физических факторов на удельное сопротивление горной породы.

В-третьих, применение данной модели, основанной на использовании экспериментальных данных, приводит к результатам, согласующимся со эквивалентными промышленно-геофизическими исследованиями

ми. Подсчеты  $\frac{\rho}{\rho_0}$  на модели дают цифры, совпадающие с реальными замерами в скважинах.

В-четвертых, статистическая модель вытекает из жесткой детерминированной модели путем ее логического расширения на любое количество факторов, в силу чего в окончательном результате, независимо от субъективных желаний, учитываются практически все возможные факторы.

Таким образом, предлагаемая модель процесса учета влияния термобарических и литолого-физических факторов на удельное электрическое сопротивление пород в их естественном залегании сформулирована в виде такой математической структуры, которая способна гомоморфно отражать различные стороны изучаемого процесса, проявляющиеся в различных экспериментальных и натуральных условиях, и согласуется с фактическими изменениями сопротивлений горных пород в скважинах и на образцах.

Институт проблем глубинных  
нефтегазовых месторождений

Поступило 15. VII 1974

Л. А. Буряковский, И. С. Чэфаров

ДАГ СУХУРЛАРЫНЫН ХУСУСИ ЕЛЕКТРИК МҮГАВИМЭТИНЭ ТЭБИИ  
АМИЛЛЭРИН ТЭ'СИРИНИН РИЈАЗИ МОДЕЛИНИН ТЭРТИБИНЭ ДАИР

Хусуси електрик мугавимэтинин өлчүсүнэ тэ'сир едэн даг тэзјигинин, дај тэзјигинин, температурун вэ структур-литоложи амиллэрин биркэ тэ'сир еффектинин бу амиллэрин ардычыл тэ'сиретмэ Јолу илэ статик модели алынмышдыр. Бу моделдэ һэр бир амиллин тэ'сирин алтында хусуси електрик мугавимэтинин һеч бир тэ'сир олмадан һэмин сүхурун мугавимэтинэ олан мунасибэти илэ мүэјјән едилэн һэр һансы бир әмсал кәстәрилир.

L. A. Buryakovsky, I. S. Djafarov

TO THE DEVELOPMENT OF A MATHEMATIC MODEL OF INFLUENCE  
OF NATURAL FACTORS OF SPECIFIC ELECTRIC RESISTANCE OF ROCKS

By dismembering the effect of a simultaneous influence of rock pressure, reservoir pressure, temperature and structural-lithological factors of the value of specific electric resistance on the consequent effect of these factors the authors have obtained a statistical model in which the influence of the each factor is given by a certain coefficient that is a relation of specific electric resistance under the effect of the given factor to the resistance of the some formation without effect.

УДК 564:551.781.3(479.24)

СТРАТИГРАФИЯ

Акад. К. А. АЛИ-ЗАДЕ, Т. А. МАМЕДОВ, Ш. А. БАБАЕВ

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ О РАСПРОСТРАНЕНИИ  
МОЛЛЮСКОВОЙ ФАУНЫ В ПАЛЕОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ  
АЗЕРБАЙДЖАНА

Палеогеновые отложения Азербайджана, получившие широкое распространение, содержат богатую фауну. Но если фауне и стратиграфии эоценовых и олигоценовых отложений Азербайджана посвящено несколько работ известных исследователей, то моллюсковая фауна палеоценовых отложений нашей республики почти не изучена.

В настоящей работе сделана попытка обобщить данные по этому вопросу, выявленные в последнее время в результате наших исследований.

Так, в северо-восточных предгорьях Малого Кавказа моллюсковая фауна палеоцена обнаружена в Шаумяновском районе на правом борту ущелья Хархапут. Здесь в контакте с мергелями маастрихта обнажаются грубослонистые серые, плотные, мелкозернистые песчаники мощностью 2—3 м, которые вверх по разрезу сменяются пачкой серых и желтовато-серых песчанистых глин мощностью 20—30 м с моллюсковой фауной и редкими нуммулитами.

Из фауны, развитой в этой пачке, нами определены: нуммулитиды—*Nummulites exilis* Douv., *Operculina* sp., *Discocyclus* sp., моллюски—*Leda* sp., *Cardita minutula* Roman., *Bithynia vicina* Staadt, *Turritella* sp., *Actaeon (Semiactaeon) granum* Cossm., причем *Nummulites exilis*, являясь раннеэоценовым видом, начинает свое развитие с позднего палеоцена. Виды *Bithynia vicina* и *Actaeon granum* характерны для палеоцена Парижского бассейна, а *Cardita minutula* распространена в бухарских слоях Таджикской депрессии, Ферганы, Приташкентского района и Кызылкумов. Следует отметить, что на левом борту ущелья Хархапут в основании линзы известняка, венчающей пачку глин, обнаружены *Nummulites subplanulatus* Harten et Madarasz, *N. talicus* Davies, характерные для позднего палеоцена.

Таким образом, приведенные данные в целом указывают на позднепалеоценовый возраст найденных здесь моллюсков и вмещающих их отложений.

Из обнаруженной микрофауны по нашим образцам определены *Lenticulina inornata* Orb., *L. lepida* Reuss, *Discorbis transuralensis*

*Morozova*, *Cibicides perlucidus* Montfort, *Globigerina bulloides* *cryptomphala* Glaessner (опр. Д. А. Агаларовой), характерные для палеоценовых отложений, что также не противоречит нашему выводу о возрасте моллюсковой фауны. Моллюсковая фауна обнаружена также в палеоценовых отложениях Мардакертского гемисинклинория. Здесь, по данным Г. М. Гасанова, Р. Б. Аскерова и А. М. Ахундова (1972), датские отложения трансгрессивно перекрыты мелоподобными известняками, из которых в районе гор. Мардакерта собраны морские ежи *Echinanthus cf. issvviensis* *Linthia* sp. (опр. М. М. Москвина), а в районе сел. Неркиноратаг—моллюски—*Axinaea cf. paucidentata* (Desh.) (опр. Ш. А. Бабаев).

По мнению М. М. Москвина, возраст толщи мелоподобных известняков не древнее палеоцена, а скорее всего верхний палеоцен, а по заключению Ш. А. Бабаева — верхний палеоцен.

Палеоценовые отложения в пределах Нахичеванской АССР распространены в пределах участков Бадамлы—Шадыкенд и Карадара—Акулисчай. Макрофаунистически они охарактеризованы только в полосе Карадара—Акулисчай. Здесь палеоценовые отложения выражены ритмическим чередованием песчаников, глин, мергелей и известняков. Следует отметить, что в этой полосе Ш. А. Азизбеков (1961) не выделяет отдельно палеоценовые отложения, а рассматривает их совместно с образованиями датского времени. В отдельных местах их отмечены ядра моллюсков, не определенных до вида.

В работах К. А. Ализаде, Т. А. Мамедова (1959) и Т. А. Мамедова (1959, 1965, 1967) было отмечено присутствие палеоценовых отложений с нуммулитами на участке Карадара—Акулисчай, а Д. М. Халилов (1962) в районе сел. Ашагы и Юхары Аза выделил нижне- и верхнепалеоценовые отложения, охарактеризованные богатой микрофауной общей мощностью более 380 м.

В последние годы нашими исследованиями и съемочными работами геологов Управления СМ Азербайджанской ССР по геологии было доказано, что верхнепалеоценовые отложения Нахичеванской АССР (полоса Карадара—Акулисчай) содержат богатую фауну моллюсков, крупных и мелких фораминифер.

Верхнепалеоценовые отложения Нахичеванской АССР рассматриваются нами в объеме тенетского яруса и нижнеплердского подъяруса (зона *Acarinina acarinata*) [7].

Отложения тенетского яруса, выраженные песчанистыми, известковистыми, зеленовато-серными аргиллитами мощностью 30—40 м с богатой моллюсковой фауной (пелециподы и гастроподы), представленной в основном ядрами, обнаружены нами совместно с Ф. Мустафаевым в районе сел. Аш. Акулис. Здесь нами определены: *Pitar lamberti* (Desh.), *Egerella cf. nitida* (Lam.), *Sphaerium mausseneti* de Laub., *Kellya* sp., *Leda* sp., *Donax* sp.

Из крупных фораминифер обнаружены: *Miscellanea stampi* Davies, *Nummulites fraasi* de la Harpe.

Из микрофауны отсюда можно отметить: *Gyroidina globosa* (Hagenow), *Ammonarginata cf. insignidentata* (Subb.), *Pseudoparella culter* (Park. et Jon.), *Bullimina ovata* Orb., *Globigerina quadririloculoides* Chalilov (опр. С. В. Ветровой).

Отложения нижнего плерда, хорошо охарактеризованные моллюсковой фауной, обнаружены у каменного карьера г. Ордубада в пачке песчанистых аргиллитов с прослоями песчаников. Эти аргиллиты переполнены ядрами моллюсков. Крупные фораминиферы попадаются в них редко. Среди моллюсков преобладают особи *Ampulliga*. Отсюда нами определены: крупные фораминиферы—*Ranicothalla cf. torifera* (Czancourt), *Operculina aff. subpustulosa* Donc., обломок пан-

циря морского ежа, моллюски—*Ampulliga* sp., *Pitar lamberti* Desh., *P. cf. avia* (Desh.), *P. pavlowi* Arkhang., *P. cf. linularia* Desh., *P. laevigata* Lam., *P. montensis* (Cossmann), *Tellina donacialis* Lam., *T. murchisoni* Arkhang., *Taras radians* Nelles., *T. consors* Desh., *Ancylus* (*Velletia*) cf. *arenarius* Cossm.

Таким образом, пока моллюсковая фауна палеоцена (поздний палеоцен) в Азербайджане обнаружена в Нахичеванской складчатой области (Ордубадский р-н), Мардакертском гемисинклинории и Агджакендском прогибе. Дальнейшие исследования, вероятно, позволят говорить о более широком ареале распространения палеоценовой моллюсковой фауны и наряду с другими группами ископаемой фауны дадут возможность использовать их при детальной стратификации палеоценовых отложений Азербайджана.

#### Литература

1. Азизбеков Ш. А. Геология Нахичеванской АССР. Гостоптехиздат, 1961.
2. Ализаде К. А., Мамедов Т. А. О палеоценовых и нижнеоценовых отложениях Нах. АССР. «Изв. АН Азерб. ССР», сер. геол.-геогр. наук, № 3, 1959.
3. Гасанов Г. М., Аскеров Р. Б., Ахундов А. М. О присутствии датских отложений в Мардакертском гемисинклинории (Малый Кавказ). «ДАН Азерб. ССР», т. XXVIII, № 4, 1972.
4. Мамедов Т. А. О возрасте флишевой свиты Нах. АССР. «Изв. АН Азерб. ССР», сер. геол.-геогр. наук, № 2, 1959.
5. Мамедов Т. А. Открытие нуммулитов в палеоценовых отложениях Азербайджана. «ДАН Азерб. ССР», № 12, 1965.
6. Мамедов Т. А. Нуммулиты и орбитонды эоценовых отложений Азербайджана и их стратиграфическое значение. Автореф. докт. дисс. Баку, 1967.
7. Мамедов Т. А., Бабаев Ш. А. К вопросу о биостратиграфическом расчленении палеоцен-нижнеоценовых отложений Нах. АССР. «Уч. зап. АЗИНЕФТЕХИМ им. М. Азизбекова», сер. IX, № 4, Баку, 1974.
8. Халилов Д. М. Микрофауна и стратиграфия палеоценовых отложений Азербайджана. Изд. АН Азерб. ССР, 1962.

Институт геологии

Поступило 7.IV 1975

Г. Э. Элизаде, Т. Э. Мамедов, Ш. Э. Бабаев

#### АЗƏРБАЙҘАНЫН ПАЛЕОКЕН ЧӨКҮНТҮЛƏРИНДƏ МОЛЛУСКА ФАУНАСЫНЫН ЈАЈЫЛМАСЫНА ДАИР БƏЗИ ШЕЈЛƏР

Мəгалəдə сон заманлара гəдэр өррəнилмəмиш палеосен моллускаларынын АзəрбајҘан əразисиндə јајылмасына даир јени мəлуматлар верилмишдир. Бу моллускалар Нахчыван гырышыгыг əјалəтинин, Мардакерт гемисинклинорисинин, Агчакəнд чөкəклининин үст палеосен чөкүнтүлəриндə тапылмышдыр.

К. А. Alizade, T. A. Mamedov, Sh. A. Babaev

#### SOME NOTES OF SPREADING OF MOLLUSK FAUNA IN PALEOCENE DEPOSITS IN AZERBAIJAN

On this article, at the territory of Azerbaijan, is given new facts of spreading of Paleocene mollusks, which were not studying till last time.

These mollusks were discovered in Upper Paleocene deposits of Nakhichevan folded region, of Mardakert hemisynclinalium and Agjakend depression.

УДК 581.13+581.14

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Чл.-корр М. А. АЛИ-ЗАДЕ, Э. М. АХУНДОВА

ОБ ИЗМЕНЕНИИ В СОДЕРЖАНИИ ДНК В КЛЕТКЕ  
ВЫСОКОПЛОИДНЫХ ФОРМ РАСТЕНИЙ

Природа создала большое разнообразие в растительном мире по числу хромосом в клетке. Имеются многочисленные роды, где наряду с диплоидами встречаются триплоиды, тетраплоиды, гексаплоиды и высокоплоидные формы. В отдельных случаях высокоплоидные формы являются более ценными и продуктивными и используются в сельскохозяйственной практике. Однако, например, диплоидная пшеница, где число хромосом в клетке доходит до 14 ( $2n=14$ ), малопродуктивна и не представляет практической ценности, тогда как тетраплоидная ( $2n=28$ ) твердая пшеница и гексаплоидная ( $2n=42$ ) мягкая пшеница являются высокоплоидными и занимают основные площади зерновых посевов мира. В природе существует много растений, обладающих естественным полиплоидным рядом. Среди них можно назвать землянику, розу, картофель, шелковицу и многие другие.

Шелковица (*Morus L.*) — очень интересный для изучения объект. У этого растения естественный полиплоидный ряд прерывается на тетраплоидном ( $2n=56$ ) уровне, а затем появляется высокоплоидная форма ( $2n=308$ ). Диплоидные формы шелковицы ( $2n=28$ ) являются кормовыми, а естественные триплоидные ( $2n=42$ ), тетраплоидные ( $2n=56$ ) и высокоплоидные формы ( $2n=308$ ) — плодовыми.

Ученые нашей республики решили заполнить полиплоидный ряд шелковицы недостающими звеньями путем экспериментирования и достигли определенных успехов. Большой группой генетиков и селекционеров в Институте генетики и селекции АН Азербайджанской ССР и в Азербайджанском научно-исследовательском институте шелководства экспериментальным путем получены 84-, 168-, 182-хромосомные и другие формы шелковицы [1, 2].

В эксперименте получены и многочисленные тетраплоидные ( $2n=56$ ) формы. Пользуясь особенностями рода *Morus*, который имеет естественные уникальные формы и экспериментально созданные полиплоидные растения, мы исследовали содержание нуклеиновых кислот в них.

В предыдущих наших работах мы констатировали факт некротного увеличения количества ДНК в клетке в связи с кратным увеличением числа хромосом в ней в процессе полиплоидизации [3, 4]. В этих работах были приведены результаты исследований ди-, три- и тетраплоидных

форм, а также высокоплоидной ( $2n=308$ ) формы шелковицы. Как уже было сказано, в настоящее время мы располагаем промежуточными формами полиплоидной шелковицы с набором хромосом 162 и 182. Эти формы получены экспериментальным путем. Представляет большой интерес, в какой степени установленная нами закономерность о некротном увеличении количества ДНК в клетке высокоплоидных форм распространяется на эти новополученные формы.

Содержание ДНК в листьях диплоидной и полиплоидной форм шелковицы

Название сортов и гибридов	Число хромосом	Содержание ДНК		
		на сухое вещество, мг %	на клетку, $z \cdot 10^{-12}$	на хромосому, $z \cdot 10^{-14}$
Морух-тут	28	46,0	0,445	1,59
Эмин-тут	28	82,5	0,461	1,64
Шах-тут	42	89,3	0,691	1,64
АзТ 58-6	56	256,0	0,901	1,60
Гибрид (28хр. × 3 хр.)	168	118,3	1,31	0,78
Гибрид	182	152,2	1,46	0,80
Хар-тут	308	91,3	1,82	0,59

Чтобы ответить на этот вопрос, мы в 1973 г. провели специальные исследования с 168- и 182-хромосомными формами. Наряду с этими изучались ди-, три-, тетраплоидные и высокоплоидная формы шелковицы. Методика этих исследований тождественна применяемой нами в [1, 2]. Полученные результаты приведены в таблице. Они подтвердили результаты предыдущих наших исследований о том, что до тетраплоидного уровня количества ДНК в клетке увеличивается кратно числу хромосом, при этом количество ДНК в хромосомах триплоидной и тетраплоидной шелковицы находится на уровне диплоидных форм. У высокоплоидных гибридных растений, имеющих в клетке 168 и 182 хромосомы, так же как у 308-хромосомного Хар-тута, не наблюдается кратного увеличения количества ДНК на клетку, а хромосома у этих растений содержит значительно меньше ДНК, чем хромосома диплоидной формы.

Литература

1. Абдуллаев И. К., Джафаров Н. А. К вопросу о гибридизации высокоплоидного 308-хромосомного вида с диплоидным 28-хромосомным видом шелковицы. «ДАН Азерб. ССР», 21, № 1, 54, 1964.
2. Абдуллаев И. К. Полиплоидия в эволюции селекции многолетних растений. «Изв. АН Азерб. ССР», сер. биол., № 2, 1970.
3. Ализаде М. А., Ахундова Э. М. Содержание ДНК в соматических клетках у полиплоидных форм шелковицы (*Morus L.*). «ДАН СССР», 191, № 4, 939, 1970.
4. Ализаде М. А., Ахундова Э. М. Влияние полиплоидизации на содержание ДНК в клетке и хромосоме у шелковицы (*Morus L.*). «Генетика», 7, № 2, 1970.

Институт генетики и селекции

Поступило 9. VII 1975

М. А. Элизаде, Е. М. Ахундова

ЈУКСƏКПЛОИДЛИ БИТКИЛƏРИНИ НУЧЕЈРƏСИНДƏ ДНТ МИГДАРЫНЫН  
ДƏЛИШМƏСИ НАГГЫНДА

Мəгалədə диплоид ( $2n=28$ ), триплоид ( $2n=42$ ), тетраплоид ( $2n=56$ ) вə јуксəк-плоидли ( $2n=168$ ,  $2n=182$ ,  $2n=308$ ) формалы тутларда ДНТ-нин мигдары тəјини едилмишдир. Мүэјјәниләшдирилмишдир ки, јуксəк-плоидли формаларда бир нүчәјрэдә олан ДНТ-нин мигдары хромосом сајы илэ əлағəдар артмыр. Јуксəк-плоидли формаларын бир хромосомуидакы ДНТ-нин мигдары диплоид нүчәјрэлəриннə нисбətтəн аз олур.



M. A. Ali-zade, E. M. Achundova

ON THE CHANGES IN THE CONTENT DNA IN THE CELL OF THE  
HIGHPLOIDIC FORMS OF THE PLANTS

Studied of the diploidic ( $2n+28$ ), triploidic ( $2n+42$ ), tetraploidic ( $2n=56$ ) forms and also high-ploidic  $2n=168$ ,  $2n=182$  and  $2n=308$  forms of the mulberry.

Established, what by the highploidic forms the quantity DNA in the cell increase not correlative to the number of the chromosomes. One chromosome by these forms maintain less of DNA than the chromosome of the diploidic.

АЗЕРБАЙЧАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXII

№ 1

1976

УДК 581.192

БИОХИМИЯ

А. А. НАСУДАРИ, С. Д. МАРДАНОВА, С. М. ТАГИЕВА,  
Л. И. СИДОРЕНКО

ПОИСК ФЛАВОНОИДОНОСНЫХ РАСТЕНИЙ ВО ФЛОРЕ  
АЗЕРБАЙДЖАНА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. Г. Абуталыбовым)

В последние годы среди биологически активных веществ фенольной природы растительного происхождения все большее внимание исследователей привлекают флавоноиды. Флавоноиды, сложные органические соединения, состоящие из 15 атомов углерода ( $C_6-C_3-C_6$ ), в основном являются производными фенилбензо- $\gamma$ -пирона [1, 4]. Они обладают Р-витаминной активностью, снижают хрупкость и проницаемость капилляров, расширяют сосуды, благоприятно влияют на коронарное кровообращение и сократительную функцию миокарда у больных атеросклерозом. Кроме того, они обладают гипотезивным, желчегонным, диуретическим, спазмолитическим, противовоспалительным, противоязвенным, а также бактерицидным действием [2, 3].

За последние годы для внедрения предложен ряд препаратов, содержащих флавоноиды, например, кверцетин, ликвиритон, эсфлазид, флакразид и т. д. Флавоноиды довольно широко распространены в растительном мире. В этом отношении заслуживает особого внимания богатство и разнообразие видов растений, произрастающих в Азербайджане, которые до настоящего времени не подвергались систематическому исследованию на содержание флавоноидов. Исходя из этого, мы ставили перед собой задачу заниматься изучением флавоноидоносных растений из флоры нашей республики для получения новых ценных лечебных препаратов. С этой целью нами ежегодно создавались экспедиции во многие районы Азербайджана, где собирались растения из различных семейств, в основном в фазе цветения.

Подлинность видов собранных растений определяли заведующий Отделом геоботаники проф. Л. И. Прилипко и старший научный сотрудник того же отдела Института ботаники АН Азербайджанской ССР А. И. Манлов.

Для обнаружения флавоноидов в собранных растениях была использована универсальная проба Синюда [2], дающая возможность установить присутствие флавоноидов в растениях и одновременно позволяющая по интенсивности окраски приблизительно судить об их количест-

Название семейства	Название растения	Место сбора	Исслед. часть	По реакц. Синода*	Кол-во пятен в системе 15%-ной $\text{CH}_3\text{COOH}$	Интенсивн. пятен**
Ластовенные	Ластовень лаящий	Зарыслы	надз.	+	3	++
	Колокольчик армянский	Зарыслы	надз.	+	4	++
Колокольчиковые	Клеоме птиценогая	Азнабюрд	надз.	+	3	++
Сложноцветные	Василек иволистный	Туршсу	надз.	+	4	++
	Василек синий	Кедабек	надз.	+	4	++
Ворсянковые	Василек закавказский	Куба	надз.	+	3	++
	Цефалария Кочи	Туршсу	надз.	+	4	++
Горечавковые	Цефалария гигантская	Дашкесан	надз.	+	4	+++
	Горечавка семираздельная	Туршсу	надз.	+	4	++
Губоцветные	Пустынноколосник грузинский	Куба	надз. корень	+	4	++
	Шрадерия змееголовниковая	Азнабюрд	надз. корень	+	5	+++
	Шлемник араксинский	Азнабюрд	надз. корень	+	5	++++
	Шлемник восточный	Зарыслы	надз. корень	+	8	++++
	Шлемник севанский	Шахбуз	надз. корень	+	5	++++
	Шлемник Корягина	Чардаглы	надз. корень	+	7	++++
	Шлемник горюбивый	Кедабек	надз. корень	+	4	++++
	Шлемник ширококочушный	Лачин	надз. корень	+	7	++++
	Дубровник восточный	Ордубад	надз.	+	8	++++
	Дубровник белый	Зарыслы	надз.	+	5	++++
	Тимьян Кочи	Азнабюрд	надз.	+	6	+++++
	Зонник кавказский	Азнабюрд	надз.	+	3	++
Бобовые	Астрагал конечный	Чолан	надз. корень	+	4	++
	Астрагал мелкоголовчатый	Азнабюрд	надз. корень	+	1	+
Лилейные	Дрок закавказский	Зарыслы	надз.	+	5	+++
	Даная ветвистая	Вандам	надз.	+	3	+++
Резедовые	Разеда желтая	Азнабюрд	надз.	+	5	++++
	Репейничек аптечный	Ордубад	надз.	+	3	++
	Черноголовник мохнатоплодный	Азнабюрд	надз.	+	5	++
	Черноголовник многобрачный	Зарыслы	надз.	+	4	++
Зонтичные	Астрация наибольшая	Туршсу	надз.	+	5	++
	Астродаукус восточный	Чолан	надз.	+	4	++
	Тургеневия широколистная	Азнабюрд	надз.	+	3	++

Примечание: \*—положительная реакция; —отрицательная реакция.  
 \*\*—интенсивность пятен: +—слабая; ++—средняя; +++—сильная; ++++—очень сильная

венном содержании. Параллельно в наших исследованиях использовался метод хроматографии на бумаге в системе 15%-ной уксусной кислоты с последующим проявлением пятен метанольным раствором щелочи. В результате проведенной поисковой работы нам удалось выявить ряд интересных флавоноидосодержащих растений, которые заслуживают дальнейшего более детального химического и фармакологического изучения. В прилагаемой таблице приводится перечень растений, которые оказались наиболее интересными.

Из таблицы видно, что среди проанализированных растений наиболее флавоноидосодержащими оказались: василек сем. сложноцветных, р. цефалария сем. ворсянковых, рр. шлемник и дубровник сем. губоцветных, р. дрок сем. бобовых, р. даная сем. лилейных, р. репейничек сем. розоцветных, из них преимущественное положение принадлежит роду шлемник, который и стал объектом нашего изучения.

### Выводы

1. Качественной пробой Синода и бумажной хроматографией проанализировано на наличие флавоноидов 296 видов растений из 190 родов, относящихся к 53 семействам. Присутствие флавоноидов установлено в 180 видах, что составляет 60,81% от числа обследованных растений, относящихся к 81 роду и 16 семействам.

2. Среди растений флоры Азербайджана, проанализированных нами, наиболее богатыми на содержание флавоноидов оказались семейства губоцветных, бобовых, розоцветных, крестоцветных, ворсянковых и зонтичных. Эти семейства перспективны для дальнейших поисков флавоноидов.

### Литература

1. Гейсман Т. Антоцианы, халконы, аураны, флавоны и родственные им водорастворимые растительные пигменты. В кн: «Биохимические методы анализа растений», под ред. М. Н. Запрометова. М., 1960, стр. 478. 2. Кондратенко П. Т., Кур С. Д., Рожко М. Ф. Заготовка, выращивание и обработка лекарственных растений. Изд-во «Медицина», М., 1965, стр. 18. 3. Машковский Д. М. Лекарственные средства. Изд-во «Медицина», М., 1960, стр. 224, 321. 4. Хроматография на бумаге. Под ред. И. М. Хайса и К. Мацека. М., 1962, стр. 310.

Институт ботаники

Поступило 4. V 1975

Э. Э. Насудари, С. Д. Марданова, С. М. Тагыева, Л. Н. Сидоренко

### АЗЭРБАЙДЖАН ФЛОРАСЫНДА ФЛАВОНОИДЛИ БИТКИЛЭРИН АХТАРЫШЫ

Мәғаләдә биоложи актив маддәләрин јени бир групу һесаб едилән флавоноид ләрин тиббәди әһәмийәтинән вә Азәрбајжан флорасында онларын ахтарышын-дан данышылар.

Флавоноидләрлә зәнкин олан бир сыра биткиләр ашқара чыхарылмышдыр. Бу биткиләр кимјәни вә фармакологји чәһәтдән тәдқиқ олунмалыдыр.

Мүәллифләр кағыз хроматографиясем вә Синод сынагы әсасында республиканын мүхтәлиф зоналарындан чичәкләмә фазасында јығылмыш 53 фәсиләјә вә 190 чинсә мәнсуб олан 296 növ биткини анализ етмиш вә тәркибләриндә флавоноидләри јохламышлар. Нәтичәдә мүәјјәнләшдирилмишдир ки, 296 биткинин 68,81%-дә флавоноид бардыр. Булар 81 чинсә вә 16 фәсиләнин әһатә едир.

Јохланылан биткиләрин ичәрисиндә долағичәклиләр, нахлалылар, гызылжүл, хичичәклиләр, сүсән, мүрәккәб чичәклиләр вә фырчаоту фәсиләләри флавоноидләрлә даһа зәнкиндир.

THE SEARCH OF FLAVONOID-CONTAINING PLANTS BELONGING TO THE AZERBAIJAN FLORA

The present paper deals with the significance of flavonoids in medicine and date in the field of the search of flavonoid-containing plants belonging to the Azerbaijan flora.

The results of research showed the presence of valuable flavonoid-containing plants which deserve more detail chemical and pharmacology investigations.

We analyzed the presence of flavonoids in 296 species of plants from 190 genera belonging to 53 families by means of qualitative Sinod's test and paper chromatography

The presence of flavonoids was stated in 180 species belonging to 81 genera and 16 families, that makes 60, 81 % of investigated plants.

Among the analysed plants of the Azerbaijan flora the representatives of the families Labiatae, Leguminosae, Rosaceae, Cruciferae, Scrophulariaceae, Liliaceae, Compositae, Dipsacaceae, Umbelliferae appeared to have the most rich content of flavonoids. These families are long-range for further search of flavonoids.

УДК 612.822.3

БИОЛОГИЯ

Чл.-корр. Г. Г. ГАСАНОВ, З. М. АЛИКИШИБЕКОВА

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ ВОВЛЕЧЕНИЯ АССОЦИАТИВНЫХ И ПРОЕКЦИОННЫХ ОБЛАСТЕЙ КОРЫ НА РАЗДРАЖЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО МЕДИАЛЬНОГО ЯДРА ТАЛАМУСА

Низкочастотное раздражение неспецифических таламических ядер вызывает так называемую реакцию вовлечения (РВ) в обширных областях коры. Большое количество работ было посвящено уточнению таламических структур, участвующих в генерации РВ, и путей, осуществляющих ее.

Основные противоречия касаются вопроса о корковых полях, на которые проецирует таламическая неспецифическая система (ТНС). По мнению одних авторов, РВ регистрируется лишь в моторных и ассоциативных областях коры [11], другие выдвигают положение, что РВ регистрируются во всех воспринимающих областях обоих полушарий [8]. Особую роль в регуляции синхронизирующей электрокорковой активности приписывают определенной области коры — орбитальной [10].

В предыдущих исследованиях один из авторов [1] на основании электрофизиологических данных установил, что орбитальная кора является ассоциативной областью. Здесь регистрируются вызванные потенциалы, которые по своим характеристикам не отличаются от вторичных ответов, возникающих в ранее известных ассоциативных областях (передняя латеральная, передняя и средняя супрасильвиевая и моторная).

В литературе имеются разноречивые данные, полученные при изучении проекций в кору центрального медиального ядра ТНС. При регистрации ответов на раздражение этого ядра на бодрствующих препаратах [9] реакцию наблюдали только в прифронтальной коре. В областях, расположенных кзади от передней супрасильвиевой извилины, РВ не регистрировалась.

По данным других авторов [2], при раздражении центрального медиального ядра РВ несколько шире в орбитальной коре и лучше выражена в соматосенсорной коре.

Было интересно выяснить характер РВ в орбитальной коре на раздражение центрального медиального ядра, которое специально не исследовалось, а также сравнить их с РВ, возникающими в других ассоциативных и проекционных зонах коры. О наличии таких связей судили по реакции вовлечения в ответ на раздражение исследуемого ядра.

Исследования проводились на наркотизированных нембуталом препаратах. Потенциалы РВ отводились от сомоторной, прореальной, орбитальной, передней латеральной и супрасильвиевой областей. Центральное медиальное ядро раздражали биполярными электродами, отстоящими по вертикали на 1—1,5 мм. Для раздражения использовали стимулятор с радиочастотным выходом. После каждого опыта местонахождение кончика электрода метилось электрическим током.

### Результаты опытов и их обсуждение

Электрическое раздражение центрального медиального ядра частотой 7—12 в 1 сек вызывало возникновение реакции вовлечения как в проекционных (зрительная и соматосенсорная), так и в ассоциативных (орбитальная, прореальная, супрасильвиевая извилины) областях неокортекса. При непрерывающемся раздражении потенциалы РВ ослабевали, затем через разные промежутки возникали вновь (рис. 1, I, А—В).

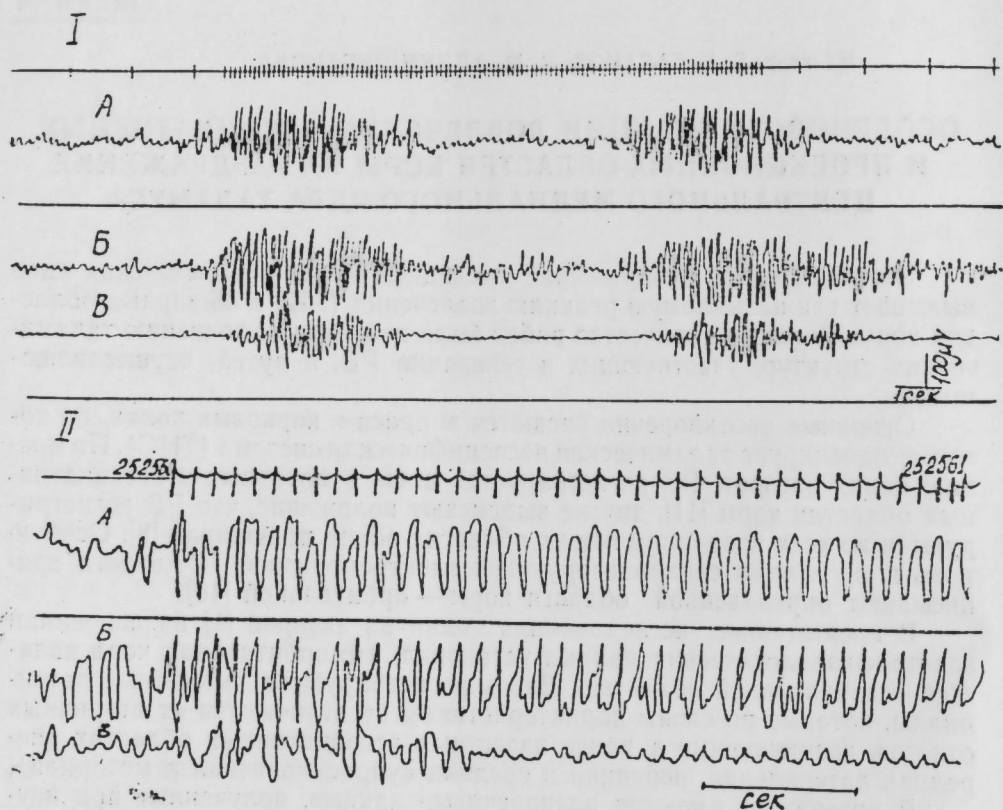


Рис. 1. Характер реакции вовлечения при раздражении центрального медиального ядра А (I, II)—прореальная область; Б (I, 15)—соматосенсорная; В (I, II)—орбитальная кора (частота 9 в 1 сек, 15 в, 0,2 м/сек).

Промежутки между РВ составляли в данном случае 5—7 сек. В ряде опытов после достижения максимальной амплитуды потенциалы РВ при непрерывающемся раздражении и благоприятных условий продолжали возникать так долго, как продолжалось раздражение с той же частотой. Однако даже в тех случаях, когда форма потенциалов РВ в начале вспышки была (+—), в дальнейшем стали возникать негативные потенциалы на каждый стимул (рис. 1, II, А—В). Этот феномен чаще встречался в орбитальной и прореальной коре, т. е. в ассоциативных областях коры. Потенциалы РВ более устойчивы в вышеуказанных зонах, чем в

проекционных областях, и следовали ритму раздражения, тогда как в соматосенсорной коре они переставали возникать.

Хотя при значительной силе и оптимальной частоте раздражения РВ регистрировались во всех отведениях, всегда можно было выделить одну область коры, одну извилину, где регулярно, на протяжении всего опыта РВ возникали несколько раньше, т. е. на меньшее число стимулов, чем в других. Чаще это наблюдалось в ассоциативных областях при раздражении центрального медиального ядра (рис. 1, I, II, Б). Большое значение имела сила стимула. Так, хотя при раздражении интенсивностью 10 в потенциалы и возникали на каждое раздражение, но в одних областях (в данном опыте — в прореальной извилине) (рис. 2, I, А) они были более стабильными по форме и амплитуде и оставались вариabильными в других (орбитальная, соматосенсорная) областях. Усиление стимула до 15 в вызвало появление ответов постоянной формы (+—) и с большей амплитудой во всех отводимых областях (рис. 2, I, Г—Е).

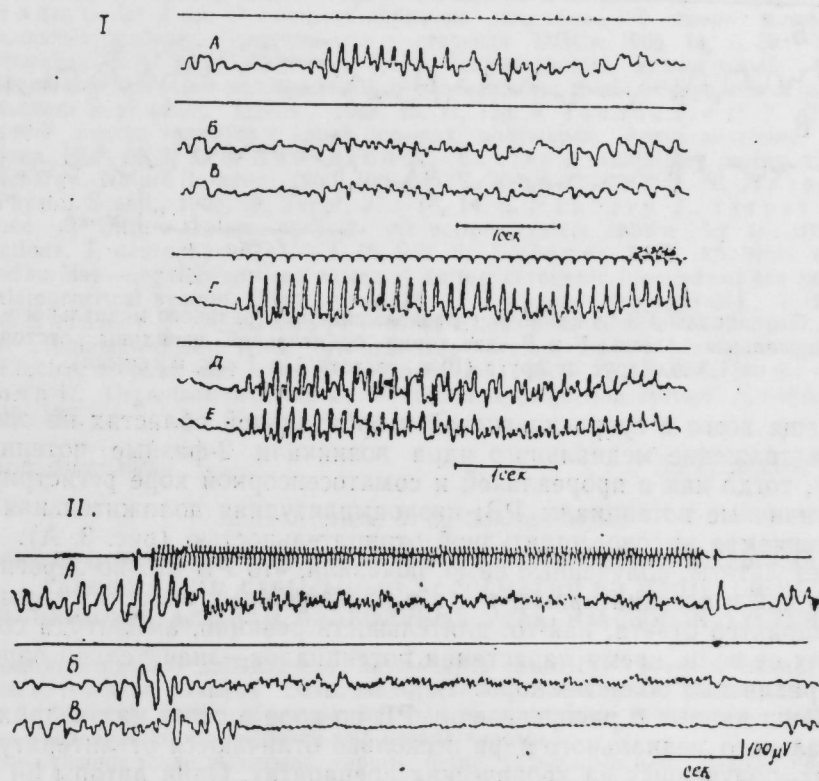


Рис. 2. Зависимость реакции вовлечения от силы и частоты раздражения. А, Г (I) и А (II)—прореальная область; Б, Д (I) и В (II)—орбитальная кора; В, Е (I) и В (II)—соматосенсорная область; А—Е—частота раздражения 8 в 1 сек, 0,2 м/сек; А—В (I)—7 в; Г—Е (I)—15 в; А—В (II)—15 в, частота 20 в 1 сек, 0,1 м/сек.

Известно, что характер РВ зависит и от частоты раздражения. Оптимальной в наших опытах была частота 7—12 в 1 сек. При увеличении частоты стимулов потенциалы орбитальной и прореальной извилин были более устойчивы к увеличению частоты; при частоте 20 в 1 сек отмечалось полное подавление реакции вовлечения (рис. 2, II, А—В).

Неравномерным было и нарастание потенциалов РВ в различных областях. Так, амплитуда составляющих ее волн достигала максимальной величины в орбитальной и прореальной областях несколько быстрее,

чем в соматосенсорной коре (рис. 1, 2), что указывает на более тесную связь этого ядра с ассоциативными областями мозга.

В то время как низкочастотное раздражение центрального медиального ядра вызывало диффузную реакцию вовлечения, одиночное раздражение этого же ядра вызывало возникновение потенциалов РВ во всех регистрируемых нами областях. Этот ответ состоял из ряда фаз, которые отличались как по форме, так и по полярности в различных корковых полях.

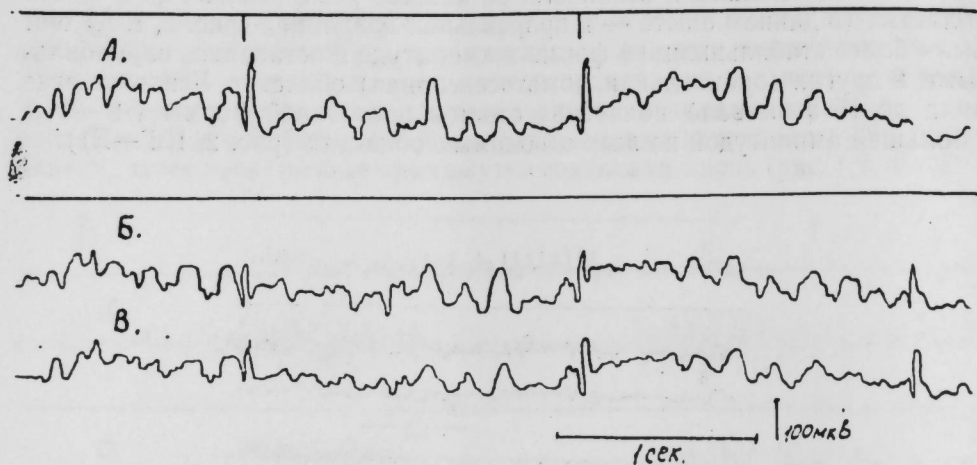


Рис. 3. Потенциалы РВ на одиночное раздражение центрального медиального ядра. А—прореальная область; Б и В—две точки орбитальной извилины, отстоящие на 1,5 мм друг от друга (10 в, частота 1 в 1 сек, 0,2 м/сек).

Чаще всего в супрасильвиевой и орбитальной областях на одиночное раздражение медиального ядра возникали 2-фазные потенциалы (+—), тогда как в прореальной и соматосенсорной коре регистрировались типичные потенциалы РВ: низкоамплитудная положительная волна, сменяемая высокоамплитудной отрицательностью (рис. 3, А).

Результаты, полученные нами, показали, что РВ можно зарегистрировать как в ассоциативных, так и в проекционных областях коры. Однако характер ответа, как-то: длительность реакции, амплитуда составляющих ее волн, время нарастания потенциалов—значительно варьировал в различных областях коры.

Наши данные о распределении РВ по коре в ответ на раздражение центрального медиального ядра несколько отличаются от литературных данных, полученных на хронических препаратах. Одни авторы [9] регистрировали РВ лишь в прифронтальной коре, другие отмечали лучшую ее выраженность в соматосенсорной области [2]. Различия между нашими данными и результатами указанных авторов прежде всего объясняются различными условиями экспериментов.

Более диффузное распространение РВ по коре в наших экспериментах, возможно, связано с тем, что барбитураты оказывают прямой эффект на постсинаптическое торможение, которое имеет важное значение для генерации ритмичных разрядов в таламусе [6].

На лучшую выраженность РВ на раздражение центрального медиального ядра в средней супрасильвиевой и латеральной извилинах, т. е. в ассоциативных областях коры, и худшую—в сенсомоторной и зрительной проекционных областях коры, и другие авторы, экспериментировавшие на курарезированных препаратах [3].

Диффузность влияния таламической и неспецифической системы на кору обуславливается диффузным распределением ее волокон только в

VI, V слоях всего неокортекса. В других же слоях коры (III, IV) неспецифические волокна оканчиваются в определенной зоне, характерной для каждого ядра ТНС в отдельности [5].

Худшая выраженность РВ в проекционных областях мозга по сравнению с ассоциативными, наблюдаемая в наших опытах, видимо, связана с тем, что специфический таламус оказывает на корковые нейроны в соответствующих специфических областях постоянное тоническое влияние, которое мешает проявлению такого же тонического синхронизирующего влияния со стороны таламической неспецифической системы [8, 7].

Полученные нами данные продемонстрировали лучшую выраженность РВ в ассоциативных областях по сравнению с проекционными при раздражении одного из ядер ТНС—центрального медиального.

#### Литература

1. Аликишибекова З. М. Вторичные ответы орбитальной коры. «Изв АН Азерб. ССР», 1964, № 3, I, 121.
2. Ройтбак А. И., Эристави Н. Реакция вовлечения у нормальных кошек. «Высш. нервн. деятельн.», 1965, 15, вып. 6, 1014.
3. Нарикашвили С. П. и др. О синхронизирующем механизме РФ ствола мозга. В сб.: «Современные проблемы деятельности и строения ЦНС». 1965, 14, I, 39. Тбилиси, «Мецниереба».
4. Нарикашвили С. П. Взаимодействие между корой больших полушарий и некоторыми подкорковыми образованиями. В сб.: «Современные проблемы деятельности и строения ЦНС». 1968, 15, II, 128.
5. Тоттибадзе Н. К. О связях срединного центра таламуса с корой больших полушарий. Архив анатомии, гистол. и эмбриол. 1969, 56, I, 7.
6. Andersen P., Eccles J. Inhibitory passing of neuronal discharge. Nature (London), 1962, 196, 645.
7. Andersson S. A., Norssell O. Acta Physiol. Scand., 1963, 59, Suppl. 213, 13, 14.
8. Hanbery J., Jasper H. Independence of diffuse-thalamo-cortical projection system shown by specific nuclear destructions. J. neurophysiol., 1953, 16, 252.
9. Skinner J. E. Abolition of a conditioned surface—negative cortical potential during cryogenic blockade of the non-specific thalamocortical system. Electroencephal. and clinical neurophysiol., 1971, 31, 3-197.
10. Skinner J. E., Lindsley D. B. Effect of cryogenic blockade of a non-specific thalamo-orbito-cortical synchronizing system upon sensory evoked potentials. Electroencephal. and clinical neurophysiol., 1969, 26, 3, 333.
21. Starski T., Magoun H. Organization of the diffuse thalamic projection system. J. neurophysiol. 1951, 19, 133.

Институт физиологии

Поступило 27. VI 1974

И. И. Гасанов, З. М. Аликишибекова

#### ТАЛАМУСУН МЭРКЭЗИ МЕДИАЛ НҮВЭСИННИ ГЫЧЫГЛАНДЫРЫЛМАСЫНА ГАРШЫ БЕЖИ ГАБЫҒЫНЫ АССОЦИАТИВ ВЭ ПРОЕКЦИОН САҒАЛЭРИНДЭН АЛЫНАН ЧЭЛБОЛУНМА РЕАКЦИЈАСЫНЫН ХУСУСИЈАТИ

Нембутал наркозу алтында олан жеңилдерде таламусун мэркэзи медиал нүвэсини ашағы тезликли гычыгла гычыгландырылмасы чэлболунма реакцијасы жарадыр. Лакин бу реакција бежин габығынын орбитал вэ ассоциатив сағалэринде јахшы, проекцион сағалэринде исэ инсбатэн исэ нэзэрэ чарпыр.

Бу нүвэсини тэкли гычыгына гаршы бежин габығынын һэм ассоциатив, һэм дә проекцион сағалэринде чэлболунма реакцијасы потенциалы алыныр. Орбитал сағалэден алынан потенциалын характер формасы 2-фазады (+—) чавабдыр. Бу заман супрасильва шырымында чэлболунма реакцијасы үчүн типик потенциал баш верир, јэнин ашағыволтлу мүсбат далга јүксэк амплитудла мэффи далга илә эвэз олуныр.

G. G. Gasanov, Z. M. Alikishibekova

#### PECULIARITIES OF RECRUITING REACTION OF ASSOCIATION AND CORTEX PROJECTION ELICITED BY STIMULATION OF CENTRAL MEDIAL NUCLEI OF THALAMUS

The stimulation with low frequency of central medial nuclei of thalamus on preparation anesthetized by nembutal elicits the recruiting reaction which is simultaneously well expressed in orbital and other associative cortex areas and worse presented in projection areas.

An individual stimulation of this nuclei evoked the potential of recruiting reaction as well as in associative and projective areas.

Two-phased (+ —) response was the typical form of the potential, arising in orbital cortex just as typical recruiting potential were registered more often in gyrus sylvian: positive wave with low amplitude follows by negativity with high amplitude.

АРХЕОЛОГИЯ

А. А. ГАСАНОВ, А. Г. ДЖАФАРОВ

**АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАХОДКИ ИЗ ШУШИНСКОЙ ПЕЩЕРЫ**

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

В июле 1971 г. Мильско-Карабахская экспедиция, возглавляемая М. М. Гусейновым, обнаружила в Шуше (точнее, под обрывом Чыдырдузу) пещерную стоянку.

Пещера находится на высоте 1400 м над ур. м., а от современного русла р. Хачын — на расстоянии 80 м. Указанный пещерный памятник расположен под мощными пачками мраморизованного известняка. Длина пещеры — 120 м, ширина местами достигает 20 м. Для установления характера культурных напластований в пещере был заложен разведочный шурф. При прокладке шурфа на глубине 2 м были обнаружены два груборубящих орудия<sup>1</sup> (табло, рис. 1).

По мнению М. М. Гусейнова, эти орудия относятся к древнему палеолиту. Помимо названных изделий, там же обнаружены микролитические орудия мезолитического характера. Такие же микролитические орудия были найдены в Гобустане в стоянке Фируз<sup>2</sup> (табло, рис. 2—6).

Указанные выше груборубящие орудия были найдены также в известной уже нам Азыхской пещере в ашельском слое<sup>3</sup>.

Наряду с этими орудиями, были найдены и фрагменты керамики разного периода: энеолита, ранней и средней бронзы, раннего железа и средневековья.

Значительную часть материалов составляют обломки различной глиняной посуды. На основании имеющегося многочисленного сравнительного материала они легко поддаются хронологическому расчленению. К наиболее древнему периоду относятся фрагменты сосудов, в глине которых имеется мелкорубленая солома. Поверхность их цвета светло-красного обжига слегка залощена.

Аналогичная керамика в Азербайджане обнаружена в памятниках V—VI тысячелетий до н. э.

Посуда, в глине которой имеется примесь соломы, впервые была найдена в нижних энеолитических слоях Кюльтепе вблизи Нахичевани<sup>4</sup>.

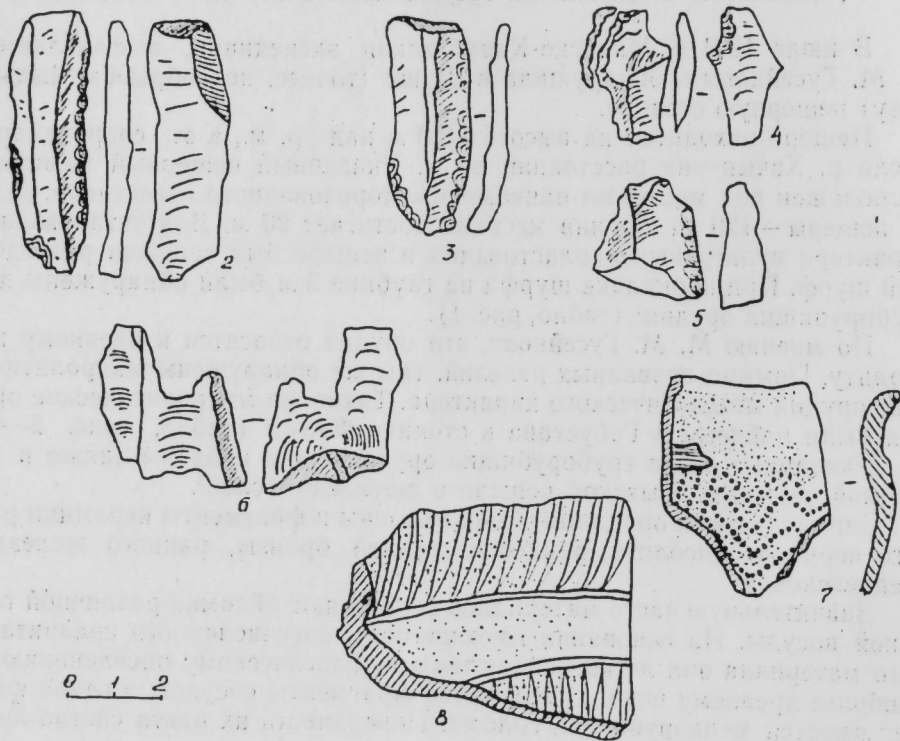
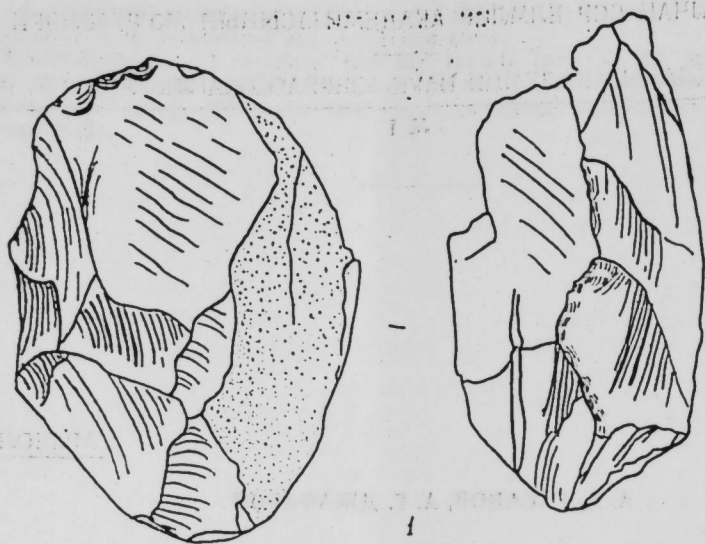
Впоследствии такая же керамика была обнаружена в западных

<sup>1</sup> Одно было сдано в Шушинский краеведческий музей, а другое привезено в Институт и находится в отделе каменного века, инв. № 2.

<sup>2</sup> Дж. Рустамов. Фируз — стоянка каменного века в Гобустане. Материалы сессии, посвященной итогам полевых археологических исследований.

<sup>3</sup> М. М. Гусейнов. Тайны Азыхской пещеры. Баку, 1969, стр. 23.

<sup>4</sup> О. А. Абибуллаев. Раскопки в Кюльтепе. Баку, 1958, стр. 56.



Табло

районах Азербайджана, где они, в частности с другими находками, сопровождали энеолитические слои памятников Бабадервиш<sup>5</sup>, Шомутепе<sup>6</sup>, Тойретепе<sup>7</sup>.

<sup>5</sup> И. Г. Нариманов, Г. С. Исмаилов. Акстафачайское поселение близ гор. Казах. СА, № 4, 1962, стр. 151; Г. С. Исмаилов. Из истории древнейшей культуры Западного Азербайджана (автореферат). Тбилиси, 1963, стр. 23.

<sup>6</sup> И. Г. Нариманов. Археологические исследования поселения Шомутепе в 1963 г. Археологические исследования в Азербайджане (сборник статей), Баку, 1965, стр. 45—53.

<sup>7</sup> Дж. Рустамов. Разведочные раскопки в Тойретепе (на азерб. яз.). МКА, т. VI. Баку, 1965, стр. 25—27; табл. 1, рис. 1—5.

Следует отметить, что в указанных памятниках наряду с соломенной керамикой имеются сосуды, глина которых с примесью крупнозернистого песка.

Соломенная керамика собрана и из ряда древнейших поселений Мильской степи<sup>8</sup>. В последнее время обломки соломенной керамики обнаружены и в междуречье Гуручая и Кенделенчая, в поселениях Гаракепектепе и Гюнештепе<sup>9</sup>, а самые интересные—в верхних культурных слоях палеолитических стоянок Азых и Таглар<sup>10</sup>.

Необходимо отметить, что археологическими исследованиями последних лет в ряде районов Закавказья открыты поселения с такой же древнейшей керамикой<sup>11</sup>.

Среди выявленной нами керамики в шущинской пещере имеются фрагменты, которые хронологически охватывают последующий этап медно-бронзовой эпохи. Эти мелкие фрагменты относятся к чернолощенным сосудам. На поверхности их сохранились следы орнаментации, выполненной так называемым «шагающим штампом», или же врезными насечками (табло, рис. 7—8). Данные фрагменты совершенно тождественны среднебронзовой керамике Азербайджана. Такая керамика хорошо известна из поселения Узерликтепе близ Агдама<sup>12</sup>.

В последнее время такая же керамика выявлена во многих поселениях междуречья Гуручая и Кенделенчая<sup>13</sup>.

Среди собранных нами фрагментов керамики, помимо описанных, имеется также несколько образцов, относящихся к последующим периодам эпохи бронзы и раннего железа. Но ввиду того, что фрагменты эти мелкие, они не представляют научной ценности, и мы не будем их представлять.

Вместе с тем вышеописанные фрагменты позволяют предположить, что исследованная нами пещера в эпоху энеолита и бронзы использовалась древним населением в основном как временная стоянка. Кроме того, можно предположить, что она служила также убежищем для охотников.

Каменная кладка у входа в пещеру свидетельствует о том, что в средневековье здесь была стена, служившая оборонным целям, т. е. защищавшая от внешних врагов.

Несомненно, в дальнейшем раскопные исследования в данной пещере дадут более богатый материал для изучения древнейшей истории Азербайджана.

Институт истории

Поступило 13. IV 1972

<sup>8</sup> А. А. Иессен. Кавказ и древний Восток в IV—III тысячелетиях до нашей эры. КСИА, 1963, вып. 93, стр. 8—10; его же. Из исторического прошлого Мильско-Карабахской степи, МИА СССР, № 125, стр. 13—15.

<sup>9</sup> Г. С. Исмаилов. Гаракепектепе—древнейший памятник материальной культуры Азербайджана. «Изв. АН Азерб. ССР», 1969, № 1, стр. 59—62.

<sup>10</sup> М. М. Гусейнов, Г. Исмаилов. Энеолитические находки в пещерах Азых и Таглар. «Изв. АН Азерб. ССР», 1967, № 1, стр. 73—77.

<sup>11</sup> О. М. Джапаридзе, А. И. Джавахишвили. Итоги полевых работ 1965 г. в Квемо-Картли. Тезисы докладов. М., 1966, стр. 12—13; его же. Результаты работ Квемо-Картлийской археологической экспедиции (1965—1966 гг.). Вестник Отд. обществ. наук АН ГССР, Тбилиси, 1967, № 3 (36), стр. 292—298.

<sup>12</sup> К. Х. Кушнарева. Поселение эпохи бронзы на холме Узерликтепе около Агдама. МИА СССР, № 67, стр. 397—402; ее же. Новые данные о поселении Узерликтепе около Агдама. МИА СССР, № 125, рис. 24.

<sup>13</sup> В. Г. Алиев, Г. С. Исмаилов. Новые находки расписной керамики в междуречье Гуручая и Кенделенчая. «Изв. АН Азерб. ССР», 1969, № 2, стр. 54, III—IV табл.

ШУША МАГАРАСЫНДАН ТАПЫЛАН АРХЕОЛОЖИ МАТЕРИАЛЛАР

1971-чи ил июль айында Азербайжан ССР ЕА Тарих Институтунун палеолит археоложи экспедициясы М. Һүсейновун рәһбәрлији алтында Шушада кәшфијат заманы даш дөврүнә анд бир магара гејдә алмышды.

Шуша магарасы Чыдыр дүзүнүн ашағысында, Хачын чаындан тәхминин 80 м жүксәкликдә јерләшир. Магаранын узунлуғу 120, ени исә тәхминән 20 м-дир. Бурада јохлама мәгсәдилә археоложи газынты апарылмышдыр.

Мәгаләдә газынты заманы Даш дөврүнә анд тапылмыш бир нечә даш аләтдән, Енеолит, Тунч вә Орта Әсрләр дөврләринә анд кил габ гырыгларындан бәһс олунур.

Гејд етмәк лазымдыр ки, дәннз сәвијәсиндән 1400 м жүксәкликдә Даш дөврүнә анд магаранын ашкара чыхарылмасынын мүһүм елми әһәмијјәти вардыр. Шүбһә јохдур ки, кәләчәкдә магарда апарылачаг археоложи газынтылар дәһиг мә'лумат әлдә етмәјә имкан верәчәкдир.

A. A. Gasanov, A. G. Safarov

ARCHEOLOGICAL FINDINGS FROM THE SHUSHA CAVE

This article is dedicated to the new revealed cavernous stand which is near the town Shusha.

Preliminarily prospecting archeological researches discovered the complex of materials in the cave which envelopes a large piece of time from stone age till the late Middle age (t. I. p. 1—8).

АРХЕОЛОКИЈА

Н. М. ГУЛИЈЕВ

БИР ДАҢА БӘРДӘ—ДВИН ТИЧАРӘТ ЈОЛУ ҢАГГЫНДА

(Азербайжан ССР ЕА академики Ә. С. Сумбатзадә тәғдим етмишидир)

Гафгаз Албанијасынын игтисади тарихини өјрәнмәк үчүн әсас тичарәт јолларынын истигамәтинини вә карван јолларынын кечичи мән-тәғәләрини ајдынлашдырмағын бөјүк әһәмијјәти вардыр.

Тичарәт әсасән шәһәрләрдә апарылдығы үчүн карван јоллары да бу вә ја дикәр шәһәрләрдән кечирди, һәм дә тичарәт әһәмијјәти даһа бөјүк олаи шәһәрләрдән бир дејил, мүхтәлиф истигамәтләрә бир нечә карван јоллары кедирди. Бу чәһәтдән Албанијанын илк орта әср шә-һәрләри ичәрисиндә Бәрдә хүсусилә фәргләнирди. Бәрдәдән бүтүн чәһәтләрә доғру тичарәт јоллары истигамәтләнирди<sup>1</sup>.

Н. А. Караулов әрәб мәнбәләринә әсасән тәртиб етдији хәритәдә Бәрдә-Двин јолунун Сүник кијазы Сәһл иби Сумбатын торпағындан кечмәсини нәзәрә алараг<sup>2</sup>, бу јолун Бәрдәдән чәнуб-гәрбә Тәртәр чајы бојунча Калкатуса, чәнуба доғру Метрисә вә даһа сонра гәрб истигамәтиндә дағлардан ашараг, Арпа чајы бојунча узанмасы вә нәһәјәт, Араз чајы јахынлығындакы Сисачандан бирбаша Двинә кет-дијини көстәрир<sup>3</sup>. Сисачанын (Сүник) VI әсрин икинчи јарысында Албанија тәркибиндә олмасы факты да бу фикри әсасландырыр<sup>4</sup>.

Ј. А. Манандјан исә бу јолун дағлыг Кәлбәчәр зонасындан кечиб, Зод ашырымы васитәсилә Көјчә көлүнүн чәнубундан Двинә кетдијини көстәрир<sup>5</sup>.

Проф. З. М. Буниятов да „Азербайжан VII—IX әсрләрдә“ ядлы әсәриндә Сәһл иби Сумбат тәрәфиндән Бабәкин тутулмасына һәср етдији һиссәдә Азербайжандан Ермәнистанә кедән јолун Әкәрә чајы вә Базар чајы јатаглары јерләшән дәрәдән кечмәсини көстәрмәклә дүзкүн нәтичәјә кәлмишидир<sup>6</sup>.

Белә бир јол исә бәһс едилән дөврдә јалныз Бәрдә-Двин тича-рәт јолу ола биләрди.

<sup>1</sup> Бах: Н. А. Карауловун әрәб мәнбәләринин мә'луматына әсасән тәртиб етдији хәритә, СМОМПК, XXXVIII бур., Тифлис, 1908, сәһ. 128.

<sup>2</sup> Аль-Истахри. Из книги путей царств, СМОМПК, 29, сәһ. 23.

<sup>3</sup> Бах: Н. А. Карауловун әрәб мәнбәләринин мә'луматына әсасән тәртиб етди-ји хәритә, СМОМПК, XXXVIII бур., Тифлис, 1908, сәһ. 128.

<sup>4</sup> Бах: А. И. Колесников. Иран в начале VII века. Палестинский сборник, вып. 22 (85). Л., 1970, сәһ. 100.

<sup>5</sup> Бах: Я. А. Манандян. Главные пути древней Армении. Ереван, 1936, сәһ. 175—204, 248—250.

<sup>6</sup> Бах: З. М. Буниятов. Азербайджан в VII—IX вв. Баки, 1965, сәһ. 187.



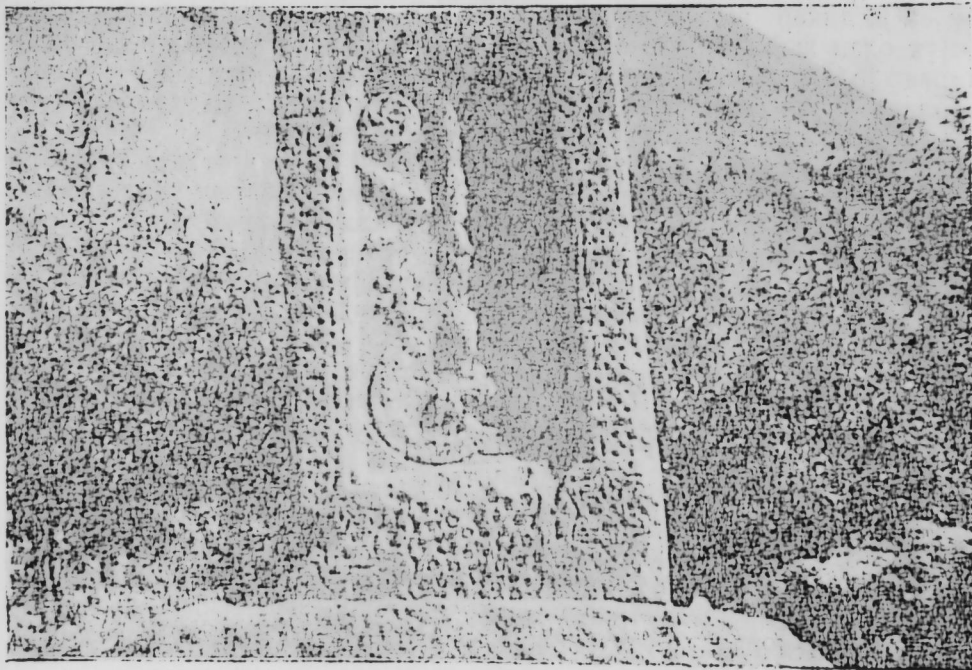
Сон илләрдә Бәрдә—Двин юлунун башлангыч һиссәсиндә апарылан археоложи вә этнографик мүшәһидәләр Н. А. Караулов, Ј. А. Мананджан вә З. М. Бүнијатовун фикирләри илә мүгајисә едилмиш вә бу јол үзәриндәки мәнтәгәләр һаггында даһа дәгиг мә'лумат алынмышдыр.<sup>7</sup>

1970-чи илин мај ајында мүәллиф Бәрдә-Двин јолунун истигамәтини Н. А. Карауловун хәритәсинә әсасән ишләмишдыр. Јени дәлил-ләрә әсасән белә бир нәтичәјә кәлмәк олар ки, бу јолун Калкатусдан сонракы әсас истигамәтини әрәб мүәллифләринин мә'луматы үзрә Н. А. Караулов даһа дүзкүн тә'јин етмишдыр.

Мә'лум олдуғу кими, Ј. А. Мананджанын көстәрдији јолу ғыш фәслиндә кечмәк чох чәтин иди. Көрүнүр, Ј. А. Мананджан тичарәт јолуну бу истигамәтдә көстәрәркән тәбии-чографи шәранти нәзәрә алмамышдыр. Оуну гејд етдији јол һәмнин дөврдә анчаг јајлаг јолу ола биләрди.

Н. А. Карауловун көстәрдији истигамәт исә тәбии-чографи вә иглим шәранти чәһәтдән даһа әлверишли олуб, орта әср мадди мәдәнијјәт абидәләринин сых изләри галмыш бир әразидән кечир. Бу чәһәтдән көстәрилән истигамәтдә јол боју тәсадүф едилән дик дашлар<sup>8</sup> (хач дашлар) хүсусилә мараглыдыр (1-чи шәкил).

Бунлардан Сүник әразисиндәки гәдим јол үзәриндә јерләшән (Ермәнистан ССР Сисиан рајону Вағәди вә Агдү кәндләри арасында) хач даш диггәти даһа чох чәлб едир.



1-чи шәкил

Хач даш үзәриндәки тәсвирләр дашын үз тәрәфиндә бир гәдәр батыг һиссәдә јерләшдирилмишдыр. Батыг һиссәнин кәнарлары мүрәк кәб нахышларла һашијәләнмишдыр. Һәрмә, даирәчик, йлтыкушәли

<sup>7</sup> Бах: Р. Б. Көјүшов, Н. М. Гулијев. Орта әср Бәрдә-Двин тичарәт јолу һаггында. АММ, VII чилд, „Елм“ нәшријаты, 1973, сәһ. 263—271.

<sup>8</sup> Јол кәнарындакы тәпәләр үзәриндә гојулмуш, үзәри хач тәсвирли вә башга нахышлар һәкк едилмиш дашлары јерли әһали „дик даш“ адландырыр.

улдуз вә мүхтәлиф һәндәси тәртибатдан ибарәт олан бу нахышлар ојма үсулу илә дүзәлдилмишдыр. Дашын ојуг һиссәсинин мәркәзиндә бир әдәд хач јерләшдирилмишдыр. Хачын баш тәрәфи һача, ашағы тәрәфи исә ики әдәд јухарыја доғру әјрилмиш ајпараларын уч һиссәси илә бирләшдирилмишдыр. Хачын һачаланмыш баш тәрәфинин јандарында ики әдәд даирәчик вардыр. Даирәчијин биринин ичәрисиндә чәрхи-фәләк тәсвири верилмишдыр. Икинчи даирәчик ичәрисиндәки тәсвир әзилдијиндән ону мүәјјәнләшдирмәк гејри-мүмкүндүр.

Ермәнистан вә Азәрбајҗанын бә'зи хач дашларыны тәдгиг едән А. Н. Шаһинјан буна охшар хач дашларын IV—VII әсрләрә анд олдуғуну көстәрир.<sup>9</sup>

Акад. Б. А. Рыбаков белә нахышларын даһа иркишәф етмиш нүмунәләринин өјрәнәрәк көстәрир ки, онларын әсас мәзмуну гәдим тајфаларын дини әгидәси илә бағлы олмуш, бүтпәрәстлик дөврүндә исә дини тәсәвүр кими там формалашмыш вә христиан дини дөврүндә исә мүгәддәс бир бәзәк нөвүнә чеврилмишдыр.<sup>11</sup>

А. Н. Шаһинјан да илк орта әср хач дашларында христианлыгга бәрәбәр бүтпәрәстлик сүжетләринин олмасыны гејд едир.<sup>1</sup>

Шүбһәсиз, јол үзәриндә белә дашларын гојулмасы тәсадүфи һал дејилдир. Олар мүхтәлиф вәзифәләр дашыја биләрди. Гејд етдијимиз хач даш чох күман ки, ғыш ајлағында бу әразидә чох гар јағмасы илә әлагәдар олараг, јолун истигамәтини итирмәмәк үчүн гојулмушдыр. Бу еһтималы белә дик дашларын јол кәнарындакы тәпәләр үзәриндә гојулмасы да әсасландырыр.

Тәдгигатчылардан А. Н. Шаһинјан<sup>12</sup> гә Р. Б. Көјүшов<sup>13</sup> да Селә хач дашларын бир сыра вәзифәләринин излән етмәклә бәрәбәр, онларын јол кәшишмәләриндә гојулмасыны көстәрирләр.

Гејд едилән хач дашдан 35 км чәнуб-гәрбдә јенә дә гәдим Сүник әразисиндә (мүасир кичик Мәзрә кәндиндә) дикәр даһа мараглы бир хач даш вардыр. Һәмнин иһәнәк хач даш үзәриндә „881-чи илдә Сүник вә Ағван (Албанија) кијазы Григори Атрнерсех тәрәфиндән учалдылмышдыр“ сөзләри јазылмышдыр.<sup>14</sup>

Сүник вә Албанија кијазы II Атрнерсех (881—926) хилафәтин Азәрбајҗандакы һакими вә чанишини Јусуфла мүттәфиг иди. Атрнерсех ермәни чары I Сумбатдан наразы олдуғу үчүн Јусуфа гошулмушдыр.<sup>15</sup> Белә бир шәрантдә Бәрдә-Двин тичарәт јолунун мүһарибә мејданындан даһа узаг олан Сүникдән кечмәси һеч бир шүбһә доғура билмәз.

Бәрдә—Двин јолу кәнарында (Базар чајы саһилиндә) орта әсрләрә анд бир чох мейтәшәм шәһәрләр, гала харабалары вә гәбирис-танлыглар да вардыр.

Белә галалардан биринин јери проф. З. М. Бүнијатов тәрәфиндән дүзкүн тә'јин едилән албан һакими Сәһл ибн Сумбатын идарә етдији Сүник әразисиндәки Шәки галасыдыр.<sup>16</sup>

<sup>9</sup> Бах: А. Н. Шаһинјан. Армянские хачкары (крестные камни) и их надписи (IX—XIII вв.). Автореферат, Ереван, 1970, сәһ. 5.

<sup>10</sup> Бах: Б. А. Рыбаков. Язычество и христианство в древней Руси. Тезисы докладов на заседаниях, посвященных итогам полевых исследований 1965 года, М., 1966, сәһ. 4.

<sup>11</sup> Бах: А. Н. Шаһинјан. Көстәрилән әсәри, сәһ. 6.

<sup>12</sup> Јенә орада.

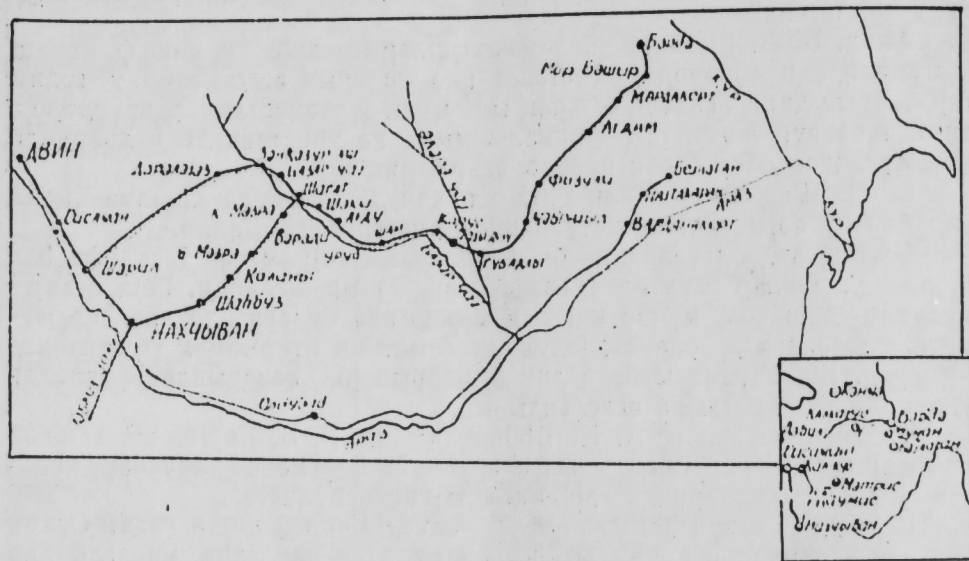
<sup>13</sup> Бах: Р. Б. Көјүшов. Сыгнаг јашајыш јериндән ашкар едилмиш мәншәт тәсвирли хач даш. „Азәрб. ССР ЕА Хәбәрләри“, 1968, № 4, сәһ. 40.

<sup>14</sup> Бах: А. Н. Шаһинјан. Көстәрилән әсәри, сәһ. 9.

<sup>15</sup> Бах: З. М. Бүнијатов. Көстәрилән әсәри, сәһ. 210—212.

<sup>16</sup> З. М. Бүнијатов. Новые данные о местонахождении крепости Шаки. „ДАН Азәрб. ССР“, 1959, ч. XV, № 9, сәһ. 869—872; Јенә онун. Азәрбајҗан в VII—IX вв., сәһ. 184—190.

Ерманистан ССР Сисан рајонуни мэркэзиндэн 7 км шимал-гэрбдэ Јерлэшэн, ејинадлы Шэки кэнди Јахынлыгында олан бу галанын харабалыглагы инди дэ галмагдадыр. Шэки галасындан 10 км шимал-гэрбдэ Јерлэшэн вэ илк орта эсрлэрдэ Сүникин пајтахты олан Шағат<sup>17</sup> шәһэриндэн кечэн Бэрдэ—Двин Јолу бурада ики гола ајрылырды. Биринчи гол Шағат-Базар чајы-Зэнкэзур ашырымы-Дэрэләјез-Арпа чајы бојунча Шарур (Илич рајону) вэ Араз чајы Јахынлыгындакы Сисачандан бирбаша Двинэ кедэн Јол иди.



2-чи шәкил. Эрэб мәнбэлэринэ эсасэн Бэрдэ—Двин тичарэт Јолунун мүасир хэритэдэ Јери.

Хач дашлардакы Гафгаз албанларынын мәшһэтиндэ дэрин көк салмыш чэрхи-фэлэк вэ ајпара тэсвирлэрини, Григори Атрнерсехин адына тэсадүф едилмэсини вэ бу Јолун Јухарыда көстәрдијимиз мәнбэдэ билаваситэ Сумбатын торпагындан кечмэси бэрдэ мәлүматы, елчэ дэ эсас тичарэт Јолларынын эксэрэн пајтахт шәһэрлэриндэн дүшмэси фактыны нэзэрэ алараг, Бэрдэ—Двин Јолунун истигамэтини дүзкүн мүәјјәнлэшдирмэк олар.

Бизчэ, бу Јолун истигамэти Ј. А. Манандјанын көстәрдији кими олмајыб, мүасир Бэрдэ-Мирбашир-Мардакерт—Агдам-Физули-Губадлы-Јазыдүзү-Көрус-Шам-Уруд-Вағеди-Ағду-Шэки-Шағат-Базар чајы-Зэнкэзур ашырымы-Дэрэләјез-Арпа чајы бојунча Шарур-Сисачан Јашајыш мәнтэгэлэриндэн кечэрэк, Двинэ кетмишдир (2-чи шәкил).

Бэрдэ-Двин Јолунун икинчи голу Сүникин пајтахтыны гэдим Нахчыванла бирлэшдирирди. Бу гол Шағатдан чәнуб-гэрбдэ 10 км-лик месафэдэ гејд етдијимиз Јазылы даш Јерлэшэн Мэзрә кэндиндэн кечирди. Б. Мэзрә-Коланы-Шаһбуз вэ Нахчывана кедэн бу Јол Сүник үчүн бөјүк тэсэррүфат әһәмијјэтинэ малик иди. Бу Јол илэ Сүник, Пајтакаран-Нахчыван-Двин вэ Тэбриз-Нахчыван-Двин Јоллары илэ бирлэшдирирди.<sup>18</sup>

<sup>17</sup> Шағат ады һаггында Јерли азэрбајчанлы сакинлэринин рәвәјети вардыр. Онылары дедијинэ көрә, гэдимдэ эрэблэр бу эразинә сохуларкөн јеничә һәјата кәлмиш ушаг гоншу Бәләк кэндиндэ бәләниш, Шәләк кэндиндэ исә шәләкләнишдир. Дејиләнләрә көрә, Шағат онун мүасир адыдыр.

<sup>18</sup> П. Х. һаконјан. Урһагтсеп һајастани бадмаган ашларһагрутјан. Јереван 1960, сәһ. 196.

Шағат-Нахчыван Јолунун үстүн чәһәти бир дэ орасында иди ки, о, Нахчыванда үчләшэрэк, Двин вэ Тэбриз Јолларындан башга, Гафгаз Албанијасынын чәнуб-шәргиндэн кәлән Јени бир Јолла Нахчыван Ордубад-Варданакерт-Пајтакаран-Хэзэр дөвизи илэ бирлэшдирирди<sup>19</sup> (хэритәјә бах).

Беләниклә, Јухарыда гејд едиләнләрә эсасланараг, Бэрдэ-Двин Јолунун бирлэшдији Шағат-Нахчыван-Тэбриз Јолунун да Бэрдэ-Эрдәбил Јолу кими Албанијаны Иранла бирлэшдирән икинчи бирбаша тичарэт Јолу олдуғуну көстәрә биләрик. Бу исә өзлүјүндә Гафгаз Албанијасынын илк орта эсрлэрдэ гоншу өлкәләрлә кениш мәдәни вэ тичарэт әләгәләриндә олмасыны көстәрән эсас амиллэрдән биридир.

Археолокија вэ этнографија бөлмәси

Алынмышдыр 3. V 73

Н. М. Кулпев

### ЕЩЕ РАЗ О БАРДА-ДВИНСКОМ ТОРГОВОМ ПУТИ

До последнего времени исследование торгового пути Барда—Двин проводилось лишь на основании письменных источников. В отличие от своих предшественников, автор данной статьи, опираясь как на указания средневековых арабских источников, так и на ряд других, в мае 1970 г. уточнил направление торгового пути Барда—Двин.

По сообщению арабских историков, эта дорога проходит по земле Сумбата. Именно поэтому при исследовании особое внимание было уделено территории, управляемой в раннем средневековье Сахлем или Сумбатом—Сюнику, в особенности его столице Шагат и ее окрестностям.

Среди большого количества остатков материальной культуры, выявленных на древней дороге, проходившей по данной территории, большой интерес представляют два креста-камня. На одном из них изображены свастика и полумесяц—знаки, получившие широкое распространение в быту у албанцев с древних времен. На другом, кроме ornamentации, имеется и надпись, которая гласит, что этот крест-камень был воздвигнут князем Сюника и Албании Григорием Атрнерсехом в 881 году.

Основываясь на изображениях и надписи на крестах-камнях, а также на сообщениях средневековых историков, мы можем говорить, что Барда-Двинский торговый путь проходил не в направлении, указанном А. Я. Манандяном, а через населенные пункты Барда—Мир-Башир—Мардакерт—Агдам—Физули—Кубатлы—Јазы—Горис—Шам—Уруд—Вағули—Ағуди—Шэки—Шағат (Шалак)—Базарчай—Зангелурский перевал—Даралегез—Шарур—Сисаджан—Двин.

В столице Сюника Шағат Барда-Двинская торговая дорога разветвлялась. Одна из них соединялась с дорогой Нахичевань—Тавриз и являлась вторым после Ардебиля путем, соединяющим Кавказскую Албанию с Ираном.

Преимущество дороги Шағат—Нахичевань заключалось еще в том, что, помимо Тавриза и Двина, она соединялась с третьей дорогой—Нахичевань—Ордубад—Варданакерт—Пајтакаран—Каспийское море.

Этот факт еще раз свидетельствует о существовании уже в раннем средневековье широких торговых и культурных связей между Кавказской Албанией и сопредельными странами.

N. M. Guliyev

### ONCE AGAIN ABOUT THE BARDA-DVIN TRADE ROUTE

The article deals with the precise explaining of the direction of Barda-Dvin trade route studied by the author of this article in 1970.

These data supplement the information on this problem, found in the Arabic and other sources.

<sup>19</sup> П. Х. һаконјан. Урһагтсеп һајастани бадмаган ашларһагрутјан, Јереван, 1960, сәһ. 196—197; F. Алишан, Ајрарад, Венетиг, 1890, сәһ. 413.

КЕОЛОКИЈА ТАРИХИ

С. М. ОНУЛЛАНИ

ТЭБРИЗДЭ БАШ ВЕРЭН ЗЭЛЗЭЛЭЛЭР НАГГЫНДА

(АзэрбайҶан ССР ЕА академики М. Гашигај тэгдим етмишдир)

Кеоложи гурулушуна көрө Тэбриз шәһәри үмуми сейсмик (зәлзәлә) сәһәдә јерләшир. Мәһз буна көрө дә тарих боју Тэбризи дәфәләрлә дәһшәтли вә нисбәтән зәиф зәлзәләләр титрәтмиш, дәғылмышдыр.

Тэбриз гәдим шәһәрләрдән биридир. Ерамыздан әввәл VIII әсрдән ерамызын IX әсринә гәдәр олан мүддәтдә бу шәһәрин адыга тарихи мәнбәләрдә јалпыз ерамызын V әсриндә тәсәдүф едилмишдир. IX әсрдән сонра исә Тэбриз кичик бир шәһәр кими әрәб мәнбәләриндә гејдә алыныр вә X әсрдән сонра нисбәтән бөјүк шәһәр кими иекишафа башлајыр.

Гәдим дөврләрдә Тэбриздә баш верән зәлзәләләр наггында мәлумата илк мәнбәләрдә, мәсәлән, һәмдулла Мүстофи Гәзвининин „Нүзһәт-үл-гүлуб“ әсәриндә тәсәдүф едирик. Бу мәлумата әсасән һичри 244 (миладн 855—56)-чү илдә Тэбриздә шиддәтли зәлзәлә олмушду. Хәлифәнин әмри илә шәһәр јенидән бәрпа едилмишди [1].

Мүәллифин мәлум олмајан „Һүдүд-үл-әләм“ әсәриндә көстәрилир ки, һичри 260 (миладн 873—74)-чы илдә Әләәддин Әһмәд бин Әлә Әзди АзэрбайҶанын һөкмдары иди. О, зәлзәлә заманы Тэбриз шәһәринин әтрафына һасар чәкдирмишди [2].

1042-чи илдә баш верән зәлзәлә даһа фәләкәтли олмушду. Бу зәлзәлә наггында 4 ил сонра Нәсир Хосров өз „Сәфәрнамә“ әсәриндә ашағыдакы мәлуматы верир: „... Белә нағыл етдиләр ки, һичри 434-чү ил рәбиүләввәл ајынын 17-дә (6. XI 1042) шиддәтли зәлзәлә олду. Кечә гахты әһали Јатана Јахын иди. Шәһәрин бир һиссәси харабаја дөнүш, дикәр һиссәси исә зијан көрмәмишди. Мәһз дедиләр ки, зәлзәлә нәтичәсиндә 40 миң адам һәлак олмушду“ [3].

Һәмдулла Мүстофи Гәзвинијә көрә, зәлзәлә һичри 434-чү ил сәфәр ајынын 14-дә (4. X 1042) баш вермишди. Нәр ики мәлуматдан ајдын олур ки, 1042-чи илдәки зәлзәлә октябрын 4-дән ноябрын 6-на гәдәр бир нечә дәфә тәқрар олунмушду. Насир Хосров вә һәмдулла Гәзвини һәлак оланларын сајыны 40, Иби-әл-Әсир исә 50 миң нәфәр гејд етмишләр. Иби-әл-Әсир Јазыр ки, шәһәрин һакими Әмир Вәһсудан сағ галмышды. Һадисә она пис тәсир етдијиндән узун мүддәт гара палтарда кәзмиш, о вә оғлу Мәмәлан хејли вахт шәрәб ичмәкдән имтина етмишләр [4].

Гәтран Тэбризинин ше'рләриндән мәлум олур ки, зәлзәләдән габаг шәһәр чох абад имиш, лакин зәлзәлә нәтичәсиндә тамамлә дағылмышды. Гәтран Јазыр: „Тәпәләр дәрәјә, дәрәләр исә тәпәјә чеврилди. Бағ вә бостачлардан дағлар әмәлә кәлди. Бу вахта гәдәр неч кәс белә зәлзәлә көрмәмишди вә ешитмәмишди“ [5].

Һәмдулла Гәзвини гејд едир ки, Әбу Таһир мүнәччим Ширази һәмни кечә зәлзәлә олачәғыны габагчадан хәбәр вермишди. Одур ки, әһали шәһәри тәрк етмишди. Һәмни кечә шәһәр тамамлә дағылмыш, сонра јенидән бәрпа едилмишди. Мүнәччим дәммишди ки, буңдан сонра бир даһа зәлзәлә олмајачагдыр. Доғрудан да, елә о дејән кими олмушду. Индијә гәдәр (Гәзвини өз әсәрини 1340-чи илдә Јаздығы үчүн бу тарихи нәээрдә тутур—С. О.) зәлзәлә олмамышдыр [6]. Чүнки хејли кәһриз чәкилмиш вә гујулар газылмышды [7].

Лакин мәнбәләрин вердији мәлуматдан ајдын олур ки, һәмдулла Гәзвининин Јаздығлары дүзкүн дејилдир. Чүнки 1272-чи илин ғышында Тэбриздә шиддәтли зәлзәлә олмушду [8]. Һәмни зәлзәләдән 32 ил сонра, јәһни һичри 704-чү ил рәбиүләхир ајынын 7-дә (8. XI 1304) јенидән Тэбризи шиддәтли зәлзәлә титрәтмишди. Көјүн курулдамасы илә зәлзәлә башгамыш, гәдәри чохмыш вә Јерә дүшүмүшдү. Зәлзәлә нәтичәсиндә хејли ев дағылмышды [9]. Һәмни зәлзәләдән 5 ај 10 күн сонра, јәһни һичри 704-чү ил рамазан ајынын 20-дә (18. IV 1305) АзэрбайҶанда шиддәтли зәлзәлә баш вермишди [10].

Буңдан әлавә, Әбу Таһир мүнәччим Ширазинин куја зәлзәлә олачәғыны габагчадан хәбәр вермәси дә инандырычы дејилдир. Чүнки мүнәсир дөврдә елм вә техника јүксәк сәвијәдә гикишаф етдији бир заманда һәләлик зәлзәләнин нә вахт вә һарада баш верәчәјини мүнәсирләшдирмәк чәтиндир.

Иран алими Әһмәд Кәсрәвинин Јаздығына көрә, һичри 1033 (миладн 1623)-чү илдә Тэбриздә шиддәтли зәлзәлә баш вермишди. Лакин онун тәфсилатындан бизим хәбәримиз јохдур [11].

Һичри 1049-чу ил зләгәдә ајынын 4-дә (27. II. 1640) сојуг күнләрин бириндә Тэбриздә чох шиддәтли зәлзәлә олмушду [12]. Һәмни дөврүн мәнбәләриндә олан мәлумата көрә, бу зәлзәлә тәкчә Тэбриздә дејил, онун әраф рајонларында, о чүмләдән Деххарганда (индики Азәршәһәр), Хосровшаһ вә Ускујәдә дә баш вермишди. I Шаһ Сәфинин әмри илә Тэбриз һакими Рүстәм хан зәлзәләнин вурдуғу зијанын миғдарыны јохламыш, нәтичәдә 12. 600 нәфәрин һәлак олмасы вә 14. 900 евин дағылмасы ашкара чыхмышды [13].

Камал бин Чәләл мүнәччим зәлзәләнин 3 күн давам етмәсини билдирмиш вә гејд етмишди ки, зәлзәлә нәтичәсиндә шәһәрә аз, әтраф гәсәбәләрә исә хејли зијан дәјмишди [14]. Һәмни зәлзәлә наггында Арәкел Тэбризи Јазыр: „Ғышын ән чәтн күнләриндә көјдән гар Јағырды. Јәр тәрпәнмәси нәтичәсиндә шәһәр јерлә јексан олду. Бу вахт Тэбриздеки Шаһ Газан мәгбәрәси дағылды, бир овуч харабалыгдан башга ондан бир әсәр галмады. Буңдан әләвә, тарихи мәсчид олан „Устад шакирд“ вә бир сыра дикәр мәсчид биһалары да дағылды. Зәлзәләнин илк күнләриндә Хосровшаһда вә Ускујәдә хејли дағылты олду. Дағ башында олан бир кәнд тамамлә торпаг алтында галды. Дағлардан гара рәнкли булаглар ахды. 3 күн јенидән шиддәтли зәлзәлә олду, бу булаглар итди, јениләри әмәлә кәлди. Бу зәлзәлә алты ај давам етди. Ики ај ардычыл олараг кечәкүндүз зәлзәлә олду, сонралар кетдикчә зәлзәләләрнин сајы азалды“ [15].

Һәмни зәлзәләдән 10 ил сонра, јәһни 1650-чи илдә Тэбриз вә онун әтраф гәсәбәләри јенидән шиддәтли зәлзәлә мәруз галмышды. Дөврүн шаһләриндән Багаји Бәдәһши Јазмышды: „Зәлзәлә нәтичәсиндә Тэбриз харабалыга чеврилди“. О, зәлзәләнин һичри 1060 (миладн 1650)-чи илдә баш вердијини билдирир [16]. Франсыз сәјаһи Жан Беттист Таверније дә һәмни зәлзәлә нәтичәсиндә бир чох евлә-

рин, о чүмлэдэн Тэбризи шимал-гэрбиндэ жерлэшэн Шам Газан мэгбэрэси бүрчүнүн дагылдыгыны гејд етмишиди [17]. Мараглы бура-сыдыр ки, бу зэлзэлэдэн 17 ил сонра, јэ'ни 1668-чи ил Јанвар ајынын 4-дэ Шамахида шиддэтлн зэлзэлэ олмуш, бир чох евлэр вэ галала-рын диварлары дагылмышды [18].

1721-чи илдэ Тэбриздэ јенэ дэ зэлзэлэ баш вермиш, вулкан фээ-лијјәти нәтичәсиндә һава тугулмуш, шиддәтлн күләк әсмишиди. Зәл-зәлэ гәгичәсиндә 80 мин нәфәр торпаг алтында галмышды [19]. И. Березин һәлак оланларын сајыны 70 мин нәфәр көстәрир [20].

Һичри 1194-чү ил мәһәррәм ајында (Јанвар, 1780) баш вермиш дәһшәтлн вэ шиддәтлн зэлзәлэ Тэбризи јерлә јексан етмишиди. Бу зэлзәлэ нәтичәсиндә Сурхаб дағы араланмыш вэ дағда дәрин гат әмәлэ кәлмишиди. Тэбризин шәрг тәрәфиндә ени 12 км олан әкин саһәси зэлзәлэ нәтичәсиндә 1,5 км узаға атылмыш вэ һәмин торпаг-дан 2 саат гара рәнкли су фәвварә вурмушду. Тэбризин јүксәк биһа-ларындан Шам Газан мэгбәрәси, „Әмир Чобан“ вэ „Чаһан шаһ“ мәс-чидләри дагылмышды. Сонра јенэ зэлзәлэ олмуш, даш вэ палчыг лајлары үзә чыхмыш, чохлу биһа дагылмышды. Шәһәр вэ әтраф гәсәбәләрдә 120 мин нәфәрә Јахын адам һәлак олмуш, бир чох биһа-лар дагылмышды.

Бу мә'луматы Јазли Әбдүррәззәг бәј Дүнбүлинин гардашы Фәзләли бәј дэ зэлзәлэ нәтичәсиндә һәлак олмушду [21].

Әбдүррәззәг бәј зэлзәлэ һаггында ше'р дэ јазмышды. Оун бир бейти беләдир: „Шәһәр вэ мәһәлләләр торпагла јексан олду, Пак бәндәләр торпаг алтында галды“.

Бу зэлзәлэдән бәһс едән Мирзә Абдулла Тәсучи Јазыр: „Бу зәл-зәлэ әшәдкәндән шиддәтлн иди, бәли, чох шиддәтлн иди, зәлзәлэдән евләр дагылды. Бу зәлзәлэдән сонра Јер сугтада 40 дәфә тәриәнмиш вэ 12 ил онун арасы кәсилмәмишиди“ [22].

Зәлзәләлән сонра Тәбриз һакими Нәчәфтулу хап Дүнбүлү ики ил шәһәриң абиландырылмасына чалымыш, онун әтрафына һасар чәкдириб, јени гала тикдирмишиди. Ә. Кәсрәги Јазыр ки, инди дэ Тәбриздә галыглары мұшәһидә едилән һәмин һасардыр. Бу һасардан мә'лум олур ки, 1780-чи ил зәлзәләсиндән сонра шәһәр чох кичил-мишиди [23].

И. Березин һәмин зәлзәлэдән бәһс едәрәк Јазыр: „Бу чох шид-дәтлн зәлзәлэ иди. Зәлзәлэ нәтичәсиндә 40 мин адам һәлак олду“ [24].

Бә'зи мә'лумата корә, һәмин зәлзәлэ әсәсән 1780-чи ил Јанварын 18-дә кечә сәат 1. 15-дә башламышды. Зәлзәлэ нәтичәсиндә Мә'әнд нә онун әтраф рајонларына да хејли зијан дәјмишиди.

7 ил сонра, јэ'ни 1787-чи илдә Тәбриздә јенэ шиддәтлн зәлзәлэ олмушду. Бу барәдә Фәрһад Мирзә „Чами-чәм“ әсәриндә мә'лумат берир.

Рус шәргшүнасы Н. Хаников 1854-чү ил сентјабрын 23—24-дә нә 1856-чи ил октјабрын 30-да Тәбриздә күчлү зәлзәләләрин олмасы барәдә мә'лумат вермишиди [25].

Тәбриз әтрафында 1905-чи илдә бәјүк зәлзәлэ олмушду [26].

Јухарида гејд едиләнләрә әсәсән Тәбриз зәлзәләләринин әкәриј-јәти гыш ајларында баш вермишиди. Чох шахт зәлзәләләр кој курул-дмасы вә гәр јатмасы илә башламышдыр. Зәлзәләләрин бә'зиси хејли мүддәт давам етмишиди. Бу зәлзәләләрдән ән дагыдычы вә күчлүсү 1042, 1640, 1721, 1780-чи илләрдә олмушду.

#### Әдәбијат

1. Һәмдулла Гәзвини. Пуһәт-үл-ғүлүб. Мәјден чамы, 1913, сәһ. 75, 2. Һү-дүд-үл-иләм Мәһчәһр Сүғүдәнин нашри, Тәһран, 1310, сәһ. 153, 3. Пәсәр Хәс-рәви Губәдијани. Сәфәриәмә. И чамы, Тәһран, 1335, сәһ. 6, 4. Чәһел мәғалә-је Кәсрәви. Тәһран, 1335, сәһ. 160, 5. Диван-и һәким. Гәҗран-и Тәбризи. Мәһәммәд

Нахчыванинин чамы, Тәһран, 1312 (шәмси), сәһ. 208—209, 6. Гашигај М. Ә. Зәлзә-ләләр нә онун сәбәбләри. Баки, 1949, сәһ. 16, 7. Һәмдулла Гәзвини. Көстәри-лән әсәри, сәһ. 75, 8. Рәшидәддин Фәзлуллаһ. Чами-әт-тәварих. М., 1957, III чилд, сәһ. 143, 9. Әбүлғасим Абдуллаһ бин Мәһәммәд-әл-Кашани. Тарих-и Улҷајту. Тәһран, 1348, сәһ. 41, 10. Јенә орада, 11. Чәһел мәғалә-је Кәсрәви, сәһ. 161, 12. Мәһәммәд Мә'сум бин Хачәки Исфәһани. Хүләсәт-үс-сијәр. Салтыков-Шедриң адына Ленинград Довләт күтләни китабханасы. Доруиң каталогу. № 303/1, нәр. 112, 13. Јенә орада, 14. Камал бин Чәләл мүнәччим. Хиһәсә-үт-тәварих. Азәрб. ССР ЕА Тарих Институтунун елми архиви, инш. № 3489, нәр. 30, 15. Чәһел мәғалә-је Кәсрәви, сәһ. 161, 16. Һачы Һүсәји Нахчывани. Мәһад әт-тәварих. „Нәшријә-је Дәнешкәдә-је Әдәбијатә Тәбриз“, 1340, № 4, сәһ. 243, 17. Жаң Баттист Тајверније. Сәфәриәмә-је Таверније. Исфәһан, 1336, II, нәш-ри (Әбу Тураб Нуриңиң фарс дилинә тәрчүмәси), сәһ. 71, 18. Закарый Акулијес-книј. Дневник. Ереван, 1939, сәһ. 66, 19. Надир Мирза. Тарих вә Чографи-е-Дар-үс-сәлтәне-је Тәбриз, Тәбриз, 1323, сәһ. 57, 20. Березин И. Путешествие по северной Персии. Казань, 1852, т. II, сәһ. 54, 21. Әбдүррәззәг бәј Дүнбүли-Тәчрүбәт-үл-әһрар нә тәслијәт-үл-әбрар. Тәбриз, 1350, II чилд, сәһ. 213—214, 217, 221, 241, 22. Надир Мирза. Көстәрилән әсәри, сәһ. 77, 23. Чәһел мәғалә-је Кәс-рәви, сәһ. 163, 24. Березин И. Көстәрилән әсәри, сәһ. 54, 25. Онуллаһи С. М. Тәбриз зәлзәләләри һаггында. „Азәрбајҗан“ гәзети, № 1644, 30 ноябр 1966, 26. Гаши-гај М. Ә. Көстәрилән әсәри, сәһ. 17.

Тарих институту

Альминшидыр 28. V 73,

С. М. Онуллахи

#### О ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ В ГОРОДЕ ТЕБРИЗЕ

По своему геологическому строению территория Тебриза относится к сейсмической зоне, поэтому на протяжении многих лет Тебриз неоднократно подвергался сильнейшим разрушениям, в том числе сравнительно небольшим землетрясениям. В результате первого и самого страшного землетрясения 855 года город превратился в груды развалин. Позже землетрясения в Тебризе имели место в 1042, 1272, 1304, 1623, 1640, 1650, 1721, 1787, 1856 гг.

Землетрясения унесли много человеческих жизней, разрушили многие здания города. Интересно, что они сопровождалась раскатами грома и снегопадом. Некоторые землетрясения, в том числе и землетрясение 18 января 1780 г., были довольно продолжительными, в течение суток было отмечено 40 толчков. А в последующие 12 лет неоднократно повторялись. В результате этих землетрясений город подвергался сильнейшим разрушениям, но вновь восстанавливался.

В статье приводятся обстоятельные сведения о землетрясениях, имевших место в Тебризе в период средневековья.

УДК 66

ИСТОРИЯ НАУКИ

Г. Д. АМИРКУЛИЕВ

### ИЗ ИСТОРИИ ПРОИЗВОДСТВА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ В КОНЦЕ XIX—НАЧАЛЕ XX ВЕКА

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

Возникновение химических производств в промышленном масштабе в Азербайджане было вызвано усиленным развитием нефтяной промышленности и особенно нефтепереработки.

Производство серной кислоты в Азербайджане имеет почти вековую историю. В 1879 г. в Баку нефтепромышленник С. М. Шибаев построил первый сернокислотный завод [1]. В последующие годы в Баку были построены сернокислотные заводы товариществом «Братья Нобель» (1882 г.) [2], предпринимателями Скворцовым (1885 г.), Тумаевым и Адамовым (1889 г.) и Гюльдлюстом (1890 г.) [3].

Самыми крупными из построенных заводов были заводы С. М. Шибаева и товарищества «Братья Нобель». В 1882 г. на заводе С. М. Шибаева было произведено 108,8 тыс. пуд., а на заводе товарищества «Братья Нобель» — 45 тыс. пуд. серной кислоты. В 1888 г. выработка серной кислоты на заводе товарищества «Братья Нобель» достигла 294 000 пуд., на заводе С. М. Шибаева — 277 515 пуд. и на заводе И. И. Скворцова — 120 000 пуд. [4].

В дальнейшем с ростом потребностей нефтеперегонных заводов в серной кислоте выработка ее на бакинских заводах стала увеличиваться и даже появилась необходимость в повторном использовании отработанной серной кислоты.

Уже во второй половине 80-х годов в Баку были начаты попытки вторичного использования кислотных остатков, полученных после очистки нефтепродуктов серной кислотой. Эти попытки были увенчаны успехом. Так, в 1888 г. инженером Я. К. Эстляндером был разработан способ регенерации кислотных остатков с целью извлечения серной кислоты. По его проекту в Баку был построен первый завод «Кианда» для регенерации кислотных остатков [5]. В первые годы эксплуатации на этом заводе ежегодно перерабатывалось около 200 тыс. пудов регенерированной кислоты [6].

В последующем в Баку был построен ряд аналогичных заводов по регенерации серной кислоты. Кроме того, регенерацию производили непосредственно на действующих сернокислотных заводах.

О масштабах производства серной кислоты и ее регенерации свидетельствуют данные приводимой таблицы (в тыс. пудов) [7].

	1894 г.	1895 г.	1896 г.	1897 г.	1898 г.	1899 г.	1900 г.
Серная кислота	620	654	718	682	765	1019	1186
Регенерированная кислота	188	206	205	240	242	223	210
Всего	808	860	923	922	1007	1242	1396

В 1900 г. общее количество всей выработанной серной кислоты на 5 сернокислотных заводах распределялось между отдельными заводами следующим образом: товарищество «Братья Нобель» — 396 424 пуд., С. М. Шибаева — 222 292 пуд., Гюльдлюста — 170 000 пуд., Тумаева и К° — 184 000 пуд., И. И. Скворцова — 212 650 пуд. Количество регенерированной серной кислоты на заводе товарищества «Братья Нобель» составило 42 009 пуд., на заводе С. М. Шибаева — 6905 пуд., на заводе «Каспийско-Черноморского общества» — 25 000 пуд. и на заводе «Кианда» — 135 593 пуд. [8].

Бакинские заводы, производившие серную кислоту камерным способом, несмотря на известные уже тогда богатейшие месторождения серного колчедана в Чирагидзорском районе, работали в основном на привозном сырье — сицилийской, испанской и дагестанской сере. В 1898 г. на привозной комовой сере было получено 84% всей серной кислоты. Однако уже в 1894 г. на заводе товарищества «Братья Нобель» были впервые применены для получения серной кислоты медноколчеданные руды из Елисаветпольской губернии, богатые серным колчеданом. Так, в 1894 г. на этом заводе для выработки 4150 т серной кислоты (в пересчете на купоросное масло) было использовано «1265 тонн сицилийской серы, 98 тонн испанского колчедана, 162 тонны закавказского колчедана» [9].

Следует отметить, что на сернокислотных заводах, кроме основной продукции — серной кислоты, производился и ряд других химических продуктов. Так, на сернокислотном заводе товарищества «Братья Нобель» из колчеданных огарков извлекали мокрым способом медь, а из полученной меди путем обработки ее регенерированной серной кислотой производили медный купорос. На этом заводе было приготовлено цементной меди: в 1895 г. — 189 пуд., в 1896 г. — 699 пуд., в 1897 г. — 2273 пуд., в 1898 г. — 2756 пуд., а всего за 1896—1909 гг. — 23 465 пуд. Наряду с этим здесь же в 1895 г. было произведено 20 540 пуд. соляной кислоты, а в течение 1901—1905 гг. — 7412 пуд. медного купороса и 2182 пуд. железной мумии (1902—1906 гг.) [10].

На химическом заводе «Кианда», кроме регенерации отработанной серной кислоты, производились литографские краски, соляное масло, керосин и др. [11].

На созданном в 1906 г. новом сернокислотном заводе Русского товарищества «Нефть», кроме серной кислоты, впервые в Баку была произведена также азотная кислота. Этот завод в 1910—1912 гг. выработал азотной кислоты на сумму 77 620 руб. [12].

После разработки контактного метода производства серной кислоты, как наиболее прогрессивного и экономичного по сравнению с камерным способом, в 1904 г. товарищество «Братья Нобель» переоборудовало принадлежащий ему завод. Были построены три контактные печи (системы Тентелевского завода) с одним платиновым контактом. После проведения реконструкции этот завод в течение 1906—1916 гг. по

величине и производительности стал вторым в России (после Тентелевского завода в Петрограде).

С ростом нефтяной промышленности Азербайджана местные серно-кислотные заводы порой не обеспечивали ее нужды. По архивным данным, уже в 1912 г. для нужд нефтеперерабатывающей промышленности требовалось около 1 500 000 пудов серной кислоты [13]. Поэтому в Баку, кроме местной, использовали также привозную серную кислоту. В том же году в Баку из местечка Алагир (Владикавказ) было привезено 164 617 пуд. серной кислоты (на 72 226 пуд. больше, чем было привезено в 1911 г.) [14].

Положение еще больше усугубилось с началом первой мировой войны: требовалось увеличить производительность сернокислотных заводов, так как кислота была нужна и для производства взрывчатых веществ, необходимых для обороны страны. Для увеличения производства серной кислоты пришлось перестроить некоторые бакинские сернокислотные заводы. В период первой мировой войны по указанию Химического комитета при Главном артиллерийском управлении был построен сернокислотный завод С. М. Шибаева [15].

Для обеспечения бесперебойной работы сернокислотных заводов необходимо было большое количество сырья. В то же время Кедабекское месторождение не могло обеспечить потребности бакинских сернокислотных заводов в серном колчедане. Поэтому приходилось завозить его из других мест, в частности с Урала.

В Азербайджане в 1916 г. производство серной кислоты достигло 1664 тыс. пудов и составило 10,4% всего объема производства серной кислоты в России [16].

В период военной интервенции и хозяйничания мусаватского правительства производство химической продукции в Азербайджане совсем прекратилось. Существовавшие заводы пришли в упадок, оборудование большинства из них пришло в негодность и большей частью было разрушено.

К моменту установления Советской власти химическая промышленность в Азербайджане была представлена только одним сернокислотным заводом и небольшими сернокислотными установками на нефтеперегонных заводах. Но и на них из-за отсутствия сырья и упадка самой нефтяной промышленности, являющейся основным потребителем серной кислоты, производство продукции было сильно ограничено.

Новый расцвет сернокислотной промышленности, как и многих других отраслей химической промышленности Азербайджана, начался после 1920 г., т. е. после победы Советской власти в Азербайджане.

#### Литература

1. Сумбатзаде А. С. Промышленность Азербайджана в XIX веке. Баку, 1964.
2. Гулишамбаров С. Обзор фабрик и заводов Бакинской губернии, 1890. 3. Симоневич В. Нефть и нефтяная промышленность России. СПб., 1909. 4. ЦГИАЛ, ф. 20, оп. 2, ед. хр. 2138, лл. 8—11 (1883).
5. Манафов А. Г. Из истории развития химической промышленности в Азербайджане. «Изв. АН Азерб. ССР, серия эконом.», 1966, № 2.
6. ЦГИАЛ, ф. 20, оп. 3, ед. хр. 2304, лл. 109—114.
7. Федотьев П. П. Современное состояние химической промышленности в России. СПб., 1902, стр. 108.
8. ЦГИА Грузии, ф. 370, оп. 1, ед. хр. 642, л. 11.
9. «Горный журнал», т. 1, 1896, стр. 291.
10. Тридцать лет деятельности Товарищества нефтяного производства братьев Нобель. СПб., 1909, стр. 128.
11. Химическое дело нефтяного производства братьев Нобель. Кавказ, отд. III. «Химическая промышленность», 1912, стр. 153.
12. Весь акцизными сборами Закавказского края за 1908—1913 гг. 13. Отчет заведующего этими сборами в Закавказской и Закаспийской губерниях за 1912 г., стр. 68.
15. Ипатьев В. Работа химической промышленности на оборону во время войны. Пг., 1920, стр. 22—23.
16. Фокин А. Ф. Обзор химической промышленности в России, ч. I, Пг., 1920, стр. 46.

Н. Ч. Эмиргулиев

#### XIX ƏSRIN SONU VƏ XX ƏSRIN ƏVVƏLLƏRINDƏ AZƏRBAYÇANDA SULFAT TURŞUSUNUN İSTEHСALЫ TARİXİNDƏN

Азербайджанда сульфат туршусу истеһсалына нефтајырма сәнајесинин сүр'әтли шикешафы сәбәб олмушдур. Азербайджанда илк сульфат туршусу заводуну 1879-чу илдә нефт сәнајечиси С. М. Шибајев тикдирмишиди. Сонрақы иләрдә «Нобел гардашлары» ширкәти (1882-чи илдә), саһибкардан И. И. Скворцов (1885-чи илдә), Тумајев вә Адамов (1889-чу илдә) Бақыда бир нечә сульфат туршусу заводлары тикдирмиши вә истифадәјә вермишдиләр.

Азербайджанда контакт үсулу илә сульфат туршусу истеһсал едән завод 1904-нү илдә тикилмишиди. Бу завод Русияда бөјүклүјүнә вә м-һеулдарлығына көрә Петербургдақы сульфат туршусу заводундан сонра икинчи јери тутурду. 1916-чы илдә сульфат туршусу истеһсалынын һәчми 16 640 000 пуда галхмышды ки, бу да Русияда истеһсал олунмуш сульфат туршусунун үмуми һәчминин 10,4%-ини тәшкил едирди.

H. J. Amirkuliyev

#### FROM THE HISTORY OF THE PRODUCTION OF SULPHURIC ACID IN AZERBAIJAN AT THE END OF THE XIX AND AT THE BEGINNING OF THE XX CENTURIES

The development of production of sulphuric acid in Azerbaijan was due to the influence of the oil industry. At that time there were 7 mills which produced sulphuric acid the first of which was built in Baku in 1879.

The production of sulphuric acid in Azerbaijan reached to 23 thousand tons in 1916.

ЕПИГРАФИКА

СИМА КӘРИМЗАДӘ

МАШТАҒА ГӘСӘБӘСИНДӘКИ БӘ'ЗИ ЕПИГРАФИК  
АБИДЭЛӘРИ ҺАГГЫНДА

(Азәрбајжан ССР ЕА академики Ә. Әлизадә тәғдим етмишдир)

Абшерон җағымадасынын кениш сәһәли вә әһалиси чох олан гәсәбәләриндән бири дә Маштағадыр.

XV, бәлгә дә ондан әввәлки әсрләрдә „Мәшгәдәһ“ адланан бу гәсәбә, сонралар, „Мәшгәтә“, даһа сонралар исә „Маштаға“ адыны алмышдыр.

К. Спаски-Автономов<sup>1</sup> китабында бу гәсәбәнин кечмиш адынын шәклиндә, Н. Зейдлин<sup>2</sup> әсәриндә исә „Маштаға“ шәклиндә җазылдығыны көрә биләрик.

А. Бакыханов да әсәриндә Маштаға гәсәбәсинин вәхты илә „Мәшгәтә“ вә „Мәшгәтә“ адландырылдығыны кәстәрир. Онуи фикринчә, Маштағанн әһалиси Алан Массакетләринин нәслиндән төрәмиш вә гәсәбә дә бу тајфанын ады илә адланыр“. Бунунла да, белә бир нәтичәҗә кәлмәк олар ки, Маштаға даһа гәдим тарихә маликдир.

А. Бакыханов бу әсәриндә бир сыра тарихи һадисәләри тәсвир еләркән онларын Маштаға гәсәбәси илә әлагәдар олдуғуну вә һәмни гәсәбәлә баш вердијини дә кәстәрир.<sup>4</sup>

Ады чәкилән бу кими җазылы мәнбәләрдән башга, бир сыра ме'марлыг абидәләри үзәриндә җерләшдирилмиш китабәләрдә дә „Маштаға“ сөзүнүн вә шәклиндә һәкк олундуғуна раст кәлә биләрик.

<sup>1</sup> К. Спаский-Автономов. Кавказский календарь на 1856 г. Тифлис, 1855, сәһ. 494—998.

<sup>2</sup> Н. Зейдлин. Сборник сведений о Кавказе, т. V, списки населенных мест Кавказского края, ч. I, Тифлис, 1879, Бакинская губерния, I Бакинский уезд, № 35, Маштаги (Машгата).

<sup>3</sup> عباسقلى آقا باكيخانوف. «گستان ارم» من علمى سائنقادى بسى واهتمام: عبدالکريم على زاده، محمد آقا ساطخانوف، محمد آذرلى، اژدر على اصغر زاده، فاضل باباييف، باکو، ۱۹۷۰، ص. ۱۱، ۱۹، ۴۱.

<sup>4</sup> Јенә орада. „Дәркәһ (Гулу) ханыи һөкүмәт мәркәзи Мәшгәтә кәнди олуб, бағы имарәти вә овданлары инди дә бурада мөвчуддур“, сәһ. 136; һүсәјигулу хан шәһәр-сәһ. 181.

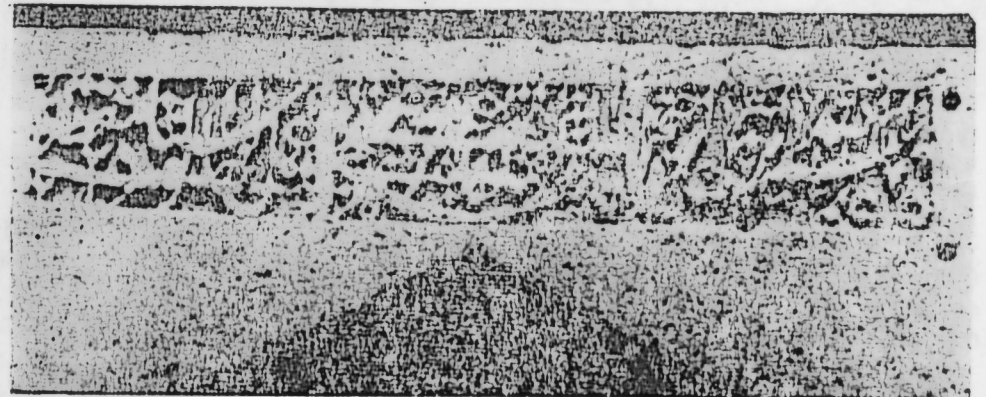
Маштаға гәсәбәсиндә XV әсрин әввәлләриндә тикилмиш бир мәс-чид порталынын үзәриндәки китабәдә „Маштаға“ сөзү шәклиндә җазылмышдыр. Китабә әрәбчә 4 сәтирдән ибарәтдир.

1. وان المساجد لله فلا تد عوامع الله احد
2. يا محمد هذا المسجد المبارك بيته
3. ارغوطى ابن آدم ابن حاجى خليل المشقدحى
4. فى دولت السلطان ابراهم لسنه سبع و عشر و ثمانماته

Тәрчүмәси: Мәсчидләр аллаһындыр. Аллаһ илә бирликдә башга-сыны чығармајын. Еј Мәһәммәд, бу мүбәрәк мәсчиди Бирә Арғутај ибн Адәм ибн һачы Хәлил һичри 817 (миладн 1415)-чи илә Ширваншаһ Солтан Ибраһимин һакимијјәти дөврүндә тикдирмишдир.<sup>5</sup>

Абшеронун Балаханы кәндиндә XIX әсрдә тикилмиш бир овданын порталы үзәриндәки китабәдә „Маштаға“ сөзү шәклиндә һәкк едилмишдир. Китабә әрәбчә 3 сәтирдән ибарәтдир (1-чи шәкил).

1. بسم الله الرحمن الرحيم ۱۲۵۵
2. هذا باب القنائة حاجى عبدالرحيم
3. عمل استاد خالق مشقطنى



1-чи шәкил

„Рәһимли вә рәһим едән Аллаһын ады илә, 1255. Бу овданы һачы Әбдүррәһим (тикдирмишдир). Мәшгәтәни (маштағалы) уста Халығын ишидир.“

Китабәнин охунушундан мә'лум олур ки, овданы<sup>6</sup> һичри 1255 (миладн 1839)-чи илә маштағалы уста Халыг бина етмишдир.<sup>7</sup>

Маштаға базарынын җахынлығында көһнә бир мәсчид бинасы варлыр. Һазырда бу мәсчиддән тикиш фабрики кими истифадә олунур. Мәсчидин һансы әсрдә тикилдији һәләлик мә'лум дејилдир. Лакин онун

<sup>5</sup> Китабәни Ә. Әләскәрзадә охумуш вә тәрчүмә етмишдир. Бах: „Ширваншаһ Ибраһим дәрбәнди дөврүнә анд ики китабә (Труды института истории им. А. Бакыханова, Баку, 1974), сәһ. 92.

<sup>6</sup> القنائة—әрәбчә овдан демәкдир.

<sup>7</sup> Бузовна гәсәбәсиндә һичри 1256 (миладн 1840)-чы илә һачы һүсәјигулу бәјни оғлу Әлиҗар бәјә мәхсус бир мәсчиди дә уста Халыг тикмишдир. Бу барәдә бах: С. Д. Кәримзадә, Г. М. Асланов, Ә. һ. Рәһимов. „Бузовна гәсәбәсинин ме'марлыг вә эпиграфик абидәләри һаггында“. Азәрб. ССР. ЕА Хәбәрләри“, (тарих фәлсәфә вә һүгүг серијасы), 1970, № 2, сәһ. 47.

гапысы үстүндө мәсчидин ичри 1292 (миладн 1874)-чи илдә тә'мир олунмасына дөир бир китабә нәсб едилмишдир. Мәсчидин харичи диварында Јерләшдирилмиш кичик бир китабәдә һәкк едилмиш (маштағалы) сөзүнү охуја билдиксә дә, китабәдәки башга сөзләрин охунмасы мүмкүн дејилдир. Зәннимизчә *مشطی* сөзү, мәсчиди бина едән вә ја тә'мир едән устаја анд олуб, онун маштағалы олдуғуну көстәрир.

Бүтүн бу дејиләнләрдән белә бир нәтичәјә кәлмәк олар ки, һазырда Маштаға адланан гәсәбә Јухарыда көстәрилән китабәләрдә XV әсрдә *مشقح* — „Мәшгәдән“, XIX әсрин әввәлләриндә исә *مشطع* — „Мәшгәтә“ шәкилләриндә һәкк едилмиш вә әдәбијатда да бу шәкил ләрдә јазылмышдыр.

Маштаға гәсәбәси һәм гәдим, һәм дә кениш әрәзијә малик олдуғундан онун бир нечә Јериндә гәбиристанлыг салынмышдыр. Булар „Кечәлләр“, „Хушхарлар“, „Јаныхлар“ вә „Сејидләр“ гәбиристаны адланыр.

„Сејидләр“ гәбиристаны гәсәбәнин гәрб тәрәфиндә салынмышдыр. „Сејидләр“ адыны бу гәбиристана она көрә вәрмишләр ки, бурада әввәлләрдә маштағадакы „Сејидләр“ адланан мәнәлләдә јашамыш бир нәфәр јүсәк рүтбәли сејид дәфи олунмуш вә онун гәбри үстү дә бир түрбә<sup>9</sup> бинасы тикмишләр.

Түрбәни әһәтә едән кениш саһә дөрд тәрәфдән алчаг диварларла һасара алынмышдыр. Сонракы илләрдә һәмин сејидин гоһум-әгрәбәсы, һәмин мәнәлләдә јашајан сејидләрин гәбир вә сәрдәбалары да бу гәбиристанда Јерләшдирилмишдир.

Һаггында бәһс едјимиз түрбә бинасы<sup>9</sup> „Сејидләр“ гәбиристанынын гәрб тәрәфиндә әһәнкәшыларындан тикелмишдир. Баш фасады шәргә бахан түрбәнин планы дөрдбучағлы шәкилдә олуб, харичи өлчүләри 5,25×5,25 м-ә бәрабәрдир. Түрбә кубик көрдәли вә күнбәз өртүклүдүр. 1,70×0,80×0,65 см өлчүләрдә олан түрбә сәһибинин гәбри дахили чәнуб дивара Јахын Јердә гурулмушдур. Түрбәнин чатма-тағлы гапысы шәрг фисаддакы порталда Јерләшир. Гапынын үстүндә 0,80×0,45 см өлчүләрдә бир китабә нәсб едилмишдир. Китабә ики сәтирдән ибарәтдир, әрәб вә фарс дилләриндә гарышыг хәтт илә һәкк олунмушдур (2-чи шәкил).

1. هذا مرقد [1] لجديد قطب العارفين سيد كامل
2. بن سيد ميرزا رحيم عدة سيادت بنا نموده سيد شاه ميرزا و سيد همزه، في ربيع الثاني سنة 1103

„Бу тәзә гәбир арифләрин башчысы Сејид Камил Сејид Мирзә Рәһимин оғлундур. (Түрбәни) бина етди: Сејидләрдән Сејид Шаһ-мирзә вә Сејид Һәмзә, рәбиәлсәғи (ајында), 1103-чү илдә“.

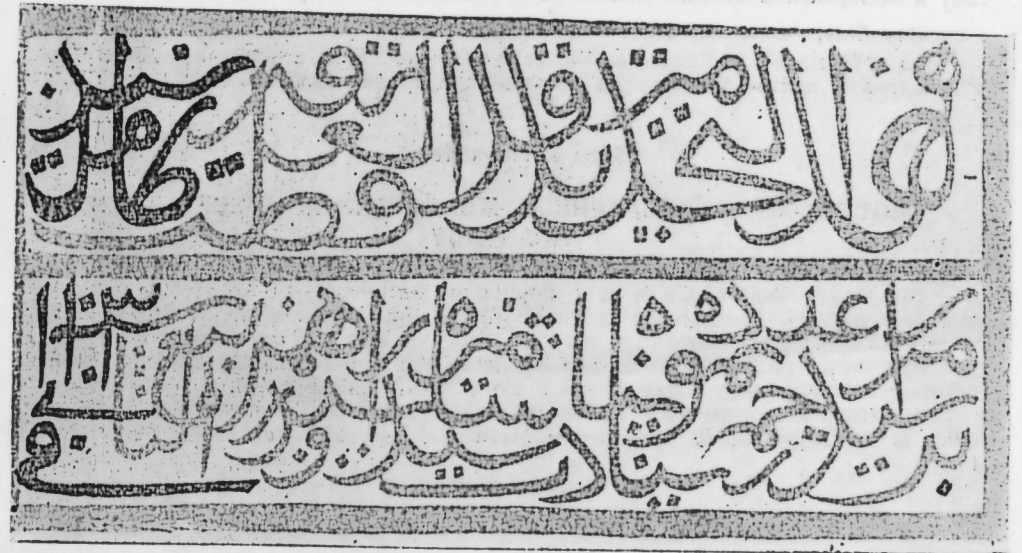
Китабәнин охунуш вә тәрчүмәсиндән мә'лум олур ки, түрбә Сејид Шаһмирзә вә Сејид Һәмзә тәрәфиндән һичри 1103 (миладн 1692)-чи илдә Сејид Мирзә Рәһимин оғлу Сејид Камилдин гәбри үзәриндә тикилмишдир.

Китабәдә бир сыра нөгсән чәһәтләрә рәст кәлмәк олар. Булардан бириси будур ки, китабәнин јазылары ибтидан бир сурәтдә, Јә'ни һ.ч

<sup>9</sup> Һазырда бу түрбә маштағалылар тәрәфиндән Ағәлбаба (Ағаәли баба) адланыр. Азәрбајчан түрбәләриндән бә'зиләри әһали тәрәфиндән түрбәдә дәфи олунан шәх-син өз ады илә дејил, тамамилә башга бир ад илә адланыр. Һөрмәт әләмәти ојараг, бу адын ахырына „баба“ сөзү дә әләвә едилр. „Ата-баба“, „Дири-баба“, „Ахсадан-баба“ киши түрбәләри буна мисал көстәрмәк олар.

<sup>10</sup> Түрбәјә анд фото материаллар Азәрб. ССР ЕА Тарих Институтунун елми архивиндә 5542 нөмрә алтында сахланылыр.

бир хәтт нөвүнә риәјәт едилмәдән һәкк олунмушдур. Көрүнүр ки, китабәни һазырлајан ишә Јени башламыш хәттатлардан имиш. Икин-чиси, китабәдә бә'зи һәрфләрин нөгтәләринин гојулмасына имкан олдуғу һалда, нәдәнсә хәттат бунлары једдан чыхармышдыр. Үчүнчүсү исә, бә'зи һәрфләрин үст вә алтында Јерсиз олараг нөгтәләр гојулмушдур. Бу һал китабәдәки бир сыра сөзләрин јанлыш охунмасына сәбәб ола биләр,



2-чи шәкил

Ағәлбаба (Ағаәли-баба) адланан бу түрбәнин китабәси илк дәфә 1963-чү илдә М. С. Не'мәтова тәрәфиндән чап олунаркән, онун охунуш вә тәрчүмәсиндә бир сыра нөгсәнләрә јол верилмишдир.<sup>10</sup> Мәсә-лән: китабәнин биринчи сәтриндәки *الجديد* сөзүндә (1) һәрфи олма-дығы һалда, бу һәрф сөзә әләвә едиләркән һеч бир ишарә верилмә-мишдир. Һәмин сәтирдә *هذا مرقد الجديد* сөзләри дә бир ишарә верилмә-киши охунулмушдур ки, бу да әрәб дилинин гајда-ғануғларына әсә-сән дүзкүн дејилдир. Китабәнин икинчи сәтриндәки јазылар тамамилә јанлыш вә һәм дә јад сөзләрлә охунмушдур. Мәс: *بن سيد ميرزاغ* [2]

رحمة نمود... في شهر التاريخ سنة 1131

Түрбәнин ишә тарихи дә 28 ил фәрг илә сәһв көстәрилр, Јә'ни һичри 1103-чү ил әвәзиндә һичри 1131-чи ил охунмушдур.<sup>11</sup>

Түрбә бинасынын фасад диварынын сол тәрәфиндә кичик бир китабәнин јалныз изләри галмышдыр. Буна көрә дә китабәни охумаг мүмкүн олмады. Күман едирик ки, бурада түрбәни бина едән устанын ады һәкк едилмишдир.

Һазырда түрбәнин шимал диварына битишик кичик бир тикинти нәзәри чәлб едир. Бу тикинтинин дахилиндә дашдан тикилмиш очаг вә бача Јерләри инди дә галмышдыр. Дејиләнләрә көрә, вахты илә түрбәни зијарәтә кәләнләр бу садә тикинтинин очагында нәзир едил-миш Јемәкләр биширәрмишләр.

Јахын вә Орта Шәрг  
Халғлары Институту

Алынмышдыр 31. V 73

<sup>10</sup> Бах: М. С. Не'мәтова „Азәрбајчанын епиграфик абидәләри“ (XVII—XVIII). Бақы, 1963, сәһ. 154.

<sup>11</sup> Јенә орада.



О НЕКОТОРЫХ ЭТНОГРАФИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКАХ  
ПОСЕЛКА МАШТАГИ

Маштаги—один из густонаселенных поселков Апшеронского полуострова. В этом поселке в надписи на портале, мечети, построенной в 1415 году, значится слово ... مشادح \* (Мешгедех\*), а в надписи на водохранилище, построенном в 1832 году в апшеронском селении Балаханы, и в надписи на старой мечети близ маштагинского базара высечено слово \* مشقطع (Мешгете\*).

Это доказывает, что поселок Маштаги в начале XV века назывался „Мешгедех“, в начале XIX века—„Мешгете“, а впоследствии принял название „Маштаги“.

Sima Kerim-sade

ABOUT SOME ETHNOGRAPHICAL MONUMENTS OF A SETTLEMENT  
MASHTAGY

Mashtagy is one of the densely populated settlements of Apsheron's peninsular. In this settlement there are on the inscription of the mosque's portal which is built in 1415 is written a word ... ), but on the inscription of the reservoir which is built in 1832 in Apsheron's village Balachany and on the old mosque near Mashtagy bazaar is cut a word (Meshgete\*).

It proves that Mashtagy at the beginning of XV-th c. was named „Meshgeteh“, at the beginning of XIX-th c.—„Meshgete“, but afterwards took name „Mashtagy“.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазиијат

А. С. Чэ ф э р о в, Б. И. Э л и ј е в. L, вэ С фэзаларында функцијаларып јахылашма нэзэријэсинэ даир . . . . .	3
Н гу е н Т х е Х о а н. Оператор дифференциал тэглик хэллинни сонсуз-лугда асимптотикасы . . . . .	8

Кибернетика

Э. П. М а н м у д о в, А. В. Ш а п и р о. Баһах фэзаларында бэ'зи дифференциал тэгликлэрини санки периодик хэллэринни спектриини модулу һаггында . . . . .	12
--	----

Физика

Һ. Б. А б д у л л а ј е в, Э. И. Э л э к б э р о в, С. А. А б б а с о в, С. И. М е н д и ј е в а, Ш. В. М э м м э д о в, И. М. П е с м а ј ы л о в. Кимјэви үсулла дахил едилмиш селенини полнетилен плёнкасының механики хас-сэлэринэ тэ'сир . . . . .	16
Һ. Б. А б д у л л а ј е в, Һ. Ч. Һ ү с е ј н о в, В. Д. Р ү с т а м о в. Јени акустик эффект . . . . .	20

Кибернетика

А. А. А б д у л л а ј е в, Т. И. К о п ы е н т с к и, Р. Ј. Ј у с и ф о в. Объект моделиини сечилмэси үсулу һаггында . . . . .	22
--	----

Ријазии кибернетика

Ј. Б. Г э д и м о в, А. И. М э м м э д о в, Е. М. З е ј н а л о в а. Пај-ланмиш параметрли, бирчине олмајан системдэ оптималь идарэни һесабламаг үчүн эдэди үсул . . . . .	28
--	----

Үзви кимја

Б. Г. З е ј н а л о в, А. Һ. М э м м э д о в, К. Һ. Һ э с э н о в. 1,2-эпок-сипропил-арил этиленгликол ефиринни синтези вэ тэдгиги . . . . .	32
--	----

Нефт кеокимјасы

Ч. И. З ү л ф у г а р л ы, Ф. Р. Б а б а ј е в. Баһар-дэниз вэ гум адасы јатаглары нефтиндэ микроэлементлэр . . . . .	36
---	----

Кимја

Т. Н. Ш а н т а х т и н с к и, К. Ј. Э л и ј е в а, Ч. З. С э м э д о в а, С. С. А в а н е с о в а, Л. И. Һ ү с е ј н о в а. N-Үчлү бутиласетамидин алып-масы реаксиясына мүнитни вэ тэмпературун тэ'сир . . . . .	39
--	----

Кеолокија

М. Э. Г а ш г а ј. Ипипербазитлэрин вэ серпентинитлэрин мэнишэинэ, ејин вахта рифт зоналарында радиолјаритлэрин (радиојаритлэрин) ичкишафына даир Р. Н. Абдуллајев, М. А. Мустафајев, Р. К. Нэсэнов, Кичик Гафгазын үст јура вулканизминин ичкишафы вэ палеовулканик реконструкцијасы (Шамхор галхымы вэ Агчакэнд чөкэклији тимсалында) . . . . . 42
Е. С. Сүлейманов, Ш. Б. Эзизов, В. Г. Зейналов. Агдуздаг филиз саһэсиндэ сулорид филизлэшмэсинин јерлэшмэ ганунаујунлуғу . . . . . 50

Кеофизика

Д. Х. Бабајев, Ј. Н. Гэибэров, А. М. Нүсејнов, З. Ф. Чэфэров, Л. Р. Мерклин, Ј. П. Непрочнов, В. В. Седов. Хэзэр дэнизиндэ дэрин сејсмик зондламада партлајышыз далга мэнбэлэринин тэтбиги . . . . . 53

Нефт вэ газ јатагларынын ишлэнмэси

М. Т. Абасов, Н. Ч. Таһиров, Ч. Ш. Вэзиров, Ф. Н. Қэримова. Сујун карбоһидрокенли мајелэрлэ капиллјар сыхышдырылмасында температурун фаза кечиричилијинэ тэсири . . . . . 59
Г. Н. Чэлилов, Г. И. Чалалов. Мүхтэлиф кечиричиликли һиссэлэрдэн ибарэт лајда гујулар системинин гаршылыгы тэсири барэдэ . . . . . 64

Нефт вэ газ јатагларынын кеолокијасы вэ кэшфијаты

Л. А. Бурјакoвски, И. С. Чэфэров. Даг сүхурларынын хүсуи електрик мүгавимэтинэ тэбин амиллэрин тэсири ризин моделинин тэртибинэ даир . . . . . 69

Стратиграфија

Г. Э. Элизадэ, Т. Э. Мэммэдов, Ш. Э. Бабајев. Азэрбајчанын палеокен чөкүнтүлэриндэ молуска фаунасынын јайылмасына даир бэзи шејлэр . . . . . 73

Биткилэрин физиолокијасы

М. А. Элизадэ, Е. М. Ахундова. Јүксэклиндли биткилэрин һүчэјрэсиндэ дит мигдарынын дэјишмэси һаггында . . . . . 76

Биокимја

Э. Э. Нэсудэри, С. Д. Мэрданова, С. М. Тағыјева, Л. И. Сидоренко. Азэрбајчан флорасында флавоноидли биткилэрин ахтарышы . . . . . 79
Н. Н. Нэсэнов, З. М. Эликишибэјова. Таламусун мэркэзи медиал нүвэсинин гычыгландырылмасына гаршы бејин габыгынын ассосиатив вэ проекцион саһэлэриндэн алынган чөлболуима реакцијасынын хүсуијэти . . . . . 83

Археолокија

Э. Э. Нэсэнов, Э. Г. Чэфэров. Шуша магарасындан тапылан археоложи материаллар . . . . . 90
Н. М. Гулијев. Бир даһа Бэрдэ—Двин тичарэт јолу һаггында . . . . . 94

Кеолокија тарихи

С. М. Онуллаһи. Тэбриздэ баш верэн зэлзэлэлэр һаггында . . . . . 99

Елм тарихи

Н. Ч. Эмигулијев. XIX эсрин сопу вэ XX эсрин эввэлэриндэ Азэрбајчаида сульфат туришуеунун истенсалы тарихиндэн . . . . . 103

Епиграфија

Сима Қэримзадэ. Маштага гэсэбэсиндэки бэзи епиграфик абидэлэри һаггында . . . . . 107

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

Ариф С. Джафаров, Б. И. Алнев. Қ теорин приближения функций в пространствах  $L_2$  и  $C$  . . . . . 3

Теоретическая математика

Нгуен Тхе Хоан. Асимптотическое поведение на бесконечности решений операторно-дифференциальных уравнений . . . . . 8

Кибернетика

А. П. Махмудов, А. В. Шапиро. О модуле спектра почти-периодических решений некоторых дифференциальных уравнений в банаховых пространствах . . . . . 12

Физика

Акад. Г. Б. Абдуллаев, А. И. Алекперов, С. А. Абасов, С. И. Мехтиева, Ш. В. Мамедов, И. М. Исмаилов. Влияние селена, введенного прямым химическим способом, на механические свойства полиэтиленовых пленок Чл.-корр. АН СССР Г. Б. Абдуллаев, Г. Д. Гусейнов, В. Д. Рустамов. Новый фотоакустический эффект . . . . . 20

Кибернетика

Чл.-корр. А. А. Абдуллаев, Т. И. Копыцкий, Р. Ю. Юсифов. Об одном методе выбора модели объекта . . . . . 22

Математическая кибернетика

Чл.-корр. Я. Б. Кадымов, А. И. Мамедов, Э. М. Зейналова. Численный метод расчета оптимального управления в некоторой неоднородной системе с распределенными параметрами . . . . . 28

Органическая химия

Б. Қ. Зейналов, А. Г. Мамедов, К. Г. Гасанов. Синтез и исследование 1,2-эпоксипропилариловых эфиров этиленгликоля . . . . . 32

Геохимия нефти

Чл.-корр. Дж. И. Зульфугарлы, Ф. Р. Бабаев. Микроэлементы нефтей месторождений Песчаный и Бахар-море . . . . . 36

Химия

Чл.-корр. Т. Н. Шахтактинский, К. Я. Алнева, Д. З. Самедова, С. С. Аванесова, Л. И. Гусейнова. Влияние температуры на закономерности реакции получения N-требутилацетамида . . . . . 39

Геология

Акад. М. А. Қашкай. О положении, генезисе гипербазитов и серпентинитов и одновременном развитии радиолярий (радиоляритов) в рифтовых зонах Р. Н. Абдуллаев, М. А. Мустафаев, Р. К. Гасанов. Развитие и палеовулканическая реконструкция позднеюрского вулканизма Малого Кавказа (на примере Шамхорского подиятия и Агджакеидского прогиба) . . . . . 46
Э. С. Сулейманов, Ш. Б. Азизов, В. Г. Зейналов. Закономерности размещения сульфидного оруденения в пределах Агдуздагского рудного поля . . . . . 50

## Геофизика

- Д. Х. Бабаев, Ю. Г. Гаибаров, А. М. Гусейнов, Э. Ф. Джафаров, Л. Р. Мерклин, Ю. П. Непрочнов, В. В. Сендов. Использование невязанных источников при глубинном сейсмическом зондировании на Каспийском море . . . . . 53

## Разработка нефтяных и газовых месторождений

- Чл.-корр. М. Т. Абасов, Н. Д. Таиров, Д. Ш. Везиров, Ф. Г. Керимова. Влияние температуры на фазовую проницаемость при капиллярном вытеснении воды углеводородными жидкостями . . . . . 59

- Чл.-корр. К. Н. Джалилов, Г. И. Джалилов. О взаимодействии систем в залежи, состоящей из однородных по проницаемости участков . . . . . 64

## Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений

- Л. А. Буряковский, П. С. Джафаров. К разработке математической модели влияния природных факторов на удельное электрическое сопротивление горных пород . . . . . 69

## Стратиграфия

- Акад. К. А. Ализаде, Т. А. Мамедов, Ш. А. Бабаев. Некоторые замечания о распространении моллюсковой фауны в палеоценовых отложениях Азербайджана . . . . . 73

## Физиология растений

- Чл.-корр. М. А. Ализаде, Э. М. Ахундова. Об изменении в содержании ДНК в клетке высокоплоидных форм растений . . . . . 76

## Биохимия

- А. А. Насудари, С. Д. Марданова, С. М. Тагиева, Л. И. Сидоренко. Поиск флавоноидоносных растений во флоре Азербайджана . . . . . 79

## Биология

- Чл.-корр. Г. Г. Гасанов, Э. М. Аликишибекова. Особенности реакции вовлечения ассоциативных и проэктционных областей коры на раздражение центрального медиального ядра таламуса . . . . . 83

## Археология

- А. А. Гасанов, А. Г. Джафаров. Археологические находки из шушинской пещеры . . . . . 89

- И. М. Кулиев. Еще раз о Барда-Двинском торговом пути . . . . . 93

## История геологии

- С. М. Онуллахи. О землетрясениях в городе Тебризе . . . . . 98

## История науки

- Г. Д. Амиркулиев. Из истории производства серной кислоты в Азербайджане в конце XIX—начале XX века . . . . . 102

## Эпиграфика

- Сима Керимзаде. О некоторых этнографических памятниках поселка Маштаги . . . . . 106

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Ввиду небольшого объема статей выводы помещаются лишь в необходимых случаях.

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

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

15. Редакция выдает автору бесплатно 15 отдельных оттисков статьи.

Сдано в набор 29/XII 1975 г. Подписано к печати 13/V 1976 г. Формат бумаги 70×108<sup>1/16</sup>. Бум. лист. 3,63. Печ. лист. 10,15. Уч.-изд. лист. 8,7. ФГ 18061. Заказ 410. Тираж 730. Цена 40 коп.

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

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

