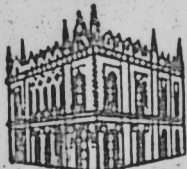


П-168



ISSN 0002—3078

АЗƏРБАЙЧАН ССР ЕЛМЛƏРАКАДЕМИЈАСЫ  
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

# МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXVIII ЧИЛД

1982 • 1

ДАН Азерб. ССР публикует краткие сообщения, результаты научных исследований, Азерб. ССР, которые тем самым берут на себя ответственность представляемой статьи.

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

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

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

### ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

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

Статьи с просьбой направить их на представление редакцией не принимаются.

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

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

4. «Доклады» помещают не более трех статей одного автора в год. Это правило не распространяется на членов АН СССР.

5. Авторы должны указать, в какой издательской серии будет помещена статья, а также дать индекс классификации (УДК). Копии статей направляются в библиотеки, в которых выполняются заказы на микрофильмах, предназначенных для хранения.

6. Рекомендуется указывать в сопроводительном письме, в котором выполнен исследовательский адрес и номер статьи.

7. В сопроводительном письме указывается, в каком издании будет помещена статья, а также вес и количество экземпляров.

8. В сопроводительном письме указывается, что статья принята к печати, рассматривается редколлегией, первоначальным экземпляром считается оригинал, а не копия.

9. В сопроводительном письме указывается, что статья принята к печати, рассматривается редколлегией, первоначальным экземпляром считается оригинал, а не копия. Также указывается, что статья принята к печати, рассматривается редколлегией, первоначальным экземпляром считается оригинал, а не копия.

ных, нигде не печатавшихся, академиком АН Азерб. ССР, которые тем самым берут на себя ответственность представляемой статьи.

АЗƏРБАЙҘАН ҖУМҺУР ИҖЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ  
АКАДЕМИЯ ИҖТИҚ КАЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

# МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXVIII ЧИЛД

№ 1

„ЕЛМ“ НƏШРИЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЭЛМ“  
БАКЫ—1982—ФАКУ





В. П. АЛЛАХВЕРДИЕВ

КРАТНОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ ПО ОБОБЩЕННЫМ И  
ПРИСОЕДИНЕННЫМ ВЕКТОРАМ НЕСАМОСOPЯЖЕННЫХ  
ОПЕРАТОР-ФУНКЦИЙ С НЕПРЕРЫВНОЙ ЧАСТЮ СПЕКТРА

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

Задача разложения по собственным и присоединенным векторам несамосопряженных сингулярных дифференциальных операторов с непрерывным спектром решена, например, в работах [1—3]. Аналогичная задача решена и для некоторых классов операторов, действующих в абстрактных гильбертовых [4] и банаховых [5] пространствах. В работах [6—7] получено кратное разложение по обобщенным собственным и присоединенным векторам (о. с. п. в.) полиномиальных операторных пучков при наличии непрерывного спектра.

В этой работе решена аналогичная задача для одного класса несамосопряженных оператор-функций (о.—ф.) при наличии непрерывного спектра. Исследованы расположение и структура спектра. Показано, что резольвента допускает аналитическое продолжение через непрерывный спектр. Введены понятия обобщенных собственных значений (о. с. э.) и о. с. п. в. и изучены некоторые свойства о. с. э. Наконец, получены формулы кратного разложения по о. с. п. в.

1. Построим по заданному самосопряженному оператору  $C \geq E$  ( $E$ —единичный оператор), действующему в гильбертовом пространстве  $H$ , оснащение данного гильбертова пространства:  $H_1 \subset H \subset H_2$  (см. напр. [4]). Рассмотрим  $C$ , как оператор, действующий из  $H$  в  $H_2$  и замкнем его по непрерывности. Полученный оператор  $\tilde{C}$  осуществляет изометрическое отображение всего  $H$  на все  $H_2$ . Обозначим через  $\sigma_\infty$  множество всех вполне непрерывных операторов, действующих в  $H$ , а через  $R(A(\lambda))$  резольвенту о.—ф.  $A(\lambda)$ .

Мы будем исследовать следующую о.—ф.:

$$A_2(\lambda) \equiv A_1(\lambda) + B(\lambda) \equiv A^n - \lambda^n E + B(\lambda), \quad n > 2.$$

Пусть  $A$ —линейный самосопряженный оператор в  $H$  и спектр имеет непрерывную часть  $[\alpha, \beta]$ ,  $0 \leq \alpha < \beta < +\infty$ . Тогда непрерывный спектр пучка  $A^n - \lambda^n E$  состоит из  $n$ —отрезков  $[\omega_k \alpha, \omega_k \beta]$  в комплексной плоскости  $C$ , где  $\omega_k^n - 1 = 0$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ .

В дальнейшем будем предполагать, что выполняются следующие условия:

а) о.—ф.  $P_\lambda \equiv \tilde{C}^{-1} R(A_1(\lambda)) C^{-1}$  имеет аналитическое продолжение  $P_\lambda^{(k)} \equiv \tilde{C}^{-1} R^{(k)}(A_1(\lambda)) C^{-1}$  из области  $\Omega_k = \{\lambda \in C / \arg \omega_k < \arg \lambda < \arg \omega_{k+1}\}$  в более широкую область  $\Omega_k^+$  такую, что

$$\Omega_k \subset \Omega_k^+, (\omega_k \alpha, \omega_k \beta) \subset \Omega_k^+, (\omega_{k+1} \alpha, \omega_{k+1} \beta) \subset \Omega_k^+.$$

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г. Б. Абдуллаев (главный редактор), М. Т. Абасов,  
Ал. А. Ализаде, (зам. главного редактора), В. С. Алнев, Г. А. Алнев,  
Дж. А. Алнев, И. Г. Алнев, Дж. Б. Гулнев, Н. А. Гулнев,  
М. З. Джафаров, Ф. Г. Максудов, А. А. Надиров,  
Ю. М. Сендов (зам. главного редактора), **М. А. Топчибашев,**  
М. А. Усейнов, Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

© Издательство „Эли“ 1982 г.

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

где  $|\omega_{n+1}| = |\omega_1|$ ,  $\arg \omega_{n+1} = \arg \omega_1 + 2\pi$ ,  $\kappa = 1, 2, \dots, n$ .

б)  $CB(\lambda) \bar{C}$  — голоморфная о.-ф. по  $\lambda \in \mathbb{C}$  в пространстве  $H$ .

в)  $P_\kappa^{(\kappa)} \in \sigma_\infty$ , при каждом  $\lambda \in \Omega_\kappa^+$ ,  $\kappa = 1, 2, \dots, n$ .

г) для каждого  $\kappa \in \{1, 2, \dots, n\}$  существует хотя бы одна точка  $\lambda_0 \in \Omega_\kappa$ , являющаяся точкой регулярности о.-ф.  $A_2(\lambda)$ , кроме того  $\lambda \in (A_1(\lambda_0) \cup B(\lambda)) \in \sigma_\infty$ , при каждом  $\lambda \in \mathbb{C}$ .

Относительно спектра о.-ф.  $A_2(\lambda)$  имеют место следующие утверждения:

Теорема 1. Каждый из отрезков  $[\omega_{\kappa\alpha}, \omega_{\kappa\beta}]$ ,  $\kappa = 1, 2, \dots, n$  принадлежит спектру о.-ф.  $A_2(\lambda)$ .

Для формулировки следующей теоремы вводим множества:

$$G_\kappa = \{\lambda \in [\omega_{\kappa\alpha}, \omega_{\kappa\beta}] / A_2(\lambda) \varphi = 0, \varphi \neq 0\}$$

$$L_\kappa = \{\lambda \in [\omega_{\kappa\alpha}, \omega_{\kappa\beta}] \setminus G_\kappa / (A_2(\lambda)) \psi = 0, \psi \neq 0\}, \kappa = 1, 2, \dots, n.$$

Теорема 2. Отрезки  $[\omega_{\kappa\alpha}, \omega_{\kappa\beta}]$ ,  $\kappa = 1, 2, \dots, n$ , за исключением, быть может множества  $G_\kappa \cup L_\kappa$ , принадлежат непрерывному спектру о.-ф.  $A_2(\lambda)$ .

Теорема 3. о.-ф.  $A_2(\lambda)$  в области  $\Omega_\kappa$ ,  $\kappa = 1, 2, \dots, n$  имеет лишь дискретный спектр с возможными предельными точками на границе этой области.

2. Следующая теорема показывает, что резольвента о.-ф.  $A_2(\lambda)$  допускает аналитическое продолжение через непрерывный спектр.

Теорема 4. о.-ф.  $T_\lambda \equiv \bar{C}^{-1} R(A_2(\lambda)) C^{-1}$  имеет конечномерное продолжение  $T_\lambda^{(\kappa)} \equiv \bar{C}^{-1} R^{(\kappa)}(A_2(\lambda)) C^{-1}$  из области  $\Omega_\kappa$  в область  $\Omega_\kappa^+$  и при каждом  $\lambda \in \Omega_\kappa^+$ , если  $T_\lambda^{(\kappa)}$  существует, то  $T_\lambda^{(\kappa)} \in \sigma_\infty$ ,  $\kappa = 1, 2, \dots, n$ .

Следствие. о.-ф.  $T_\lambda^{(\kappa)}$  имеет не более чем счетное множество  $M_\kappa$  полюсов в  $\Omega_\kappa^+$ ,  $\kappa = 1, 2, \dots, n$  с возможными предельными точками на границе этой области.

Определение. Пусть векторы  $\varphi_j \in H_2$ ,  $j = 1, 2, \dots, m$ ,  $\varphi_1 \neq 0$  удовлетворяют уравнениям

$$\varphi_j = - \sum_{s=1}^j \frac{1}{(s-1)!} \frac{d^{s-1}}{d\mu^{s-1}} [R^{(\kappa)}(A_1(\mu)) B(\mu)] \varphi_{j+1-s}, j = 1, 2, \dots, m$$

Тогда систему векторов  $\{\varphi_j\}_{j=1}^m$  назовем цепочкой обобщенных собственных и присоединенных векторов (о. с. п. в.) о.-ф.  $A_2(\lambda)$ , отвечающих обобщенному собственному значению (о. с. з.)  $\mu \in \Omega_\kappa^+$ ,  $\kappa = 1, 2, \dots, n$ .

При этом справедлива следующая

Теорема 5. а) Множество  $\bar{M}_\kappa$  всех о. с. з. о.-ф.  $A_2(\lambda)$  совпадает с множеством  $M_\kappa$ ,  $\kappa = 1, 2, \dots, n$ .

б) Если  $\mu \in \bar{M}_\kappa \cap \Omega_\kappa$ ,  $\kappa = 1, 2, \dots, n$ , то  $\mu$  является собственным значением о.-ф.  $A_2(\lambda)$ .

3. Пусть о.-ф.  $A_2(\lambda)$  имеет лишь конечное число обычных с. з.  $\lambda_1, \dots, \lambda_s$ , которые не лежат на лучах  $\rho\omega_\kappa$ ,  $\rho \geq \alpha$  и конечное число о. с. з.  $\mu_j^{(\kappa)}$ ,  $j_\kappa = 1, 2, \dots, S_\kappa$  из  $(\omega_{\kappa\alpha}, \omega_{\kappa\beta})$  и  $(\omega_{\kappa+1\alpha}, \omega_{\kappa+1\beta})$ . Здесь нумерация чисел такова, что  $\mu_{j_\kappa}^{(\kappa)} = \mu_{j_{\kappa+1}}^{(\kappa+1)}$ ,  $t_\kappa \leq s_\kappa$ ,  $t_\kappa \leq s_{\kappa+1}$ ,  $\kappa = 1, 2, \dots, n$  и  $\mu_{t_{n+1}}^{(n+1)} =$

$= \mu_{t_1}^{(1)}$ ,  $s_{n+1} = s_1$ . Пусть  $\Gamma_\kappa$  — контур, образованный подотрезком отрезка  $[\omega_{\kappa+1\alpha}, \omega_{\kappa+1\beta}]$  и полуокружностями достаточно малых радиусов с центрами в точках  $\mu_1^{(\kappa)}, \dots, \mu_{s_\kappa}^{(\kappa)}$  в области  $\Omega_\kappa$  и в точках  $\mu_{t_{\kappa+1}}^{(\kappa+1)}, \dots, \mu_{s_{\kappa+1}}^{(\kappa+1)}$  в области  $\Omega_{\kappa+1}$ ,  $\kappa = 1, 2, \dots, n$ , где  $\mu_{t_{n+1}}^{(n+1)} = \mu_{t_1}^{(1)}$  и  $s_{n+1} = s_1$ .

Из условий б) вытекает, что о.-ф.  $B(\lambda)$  допускает разложение

$$B(\lambda) = \sum_{j=0}^{\infty} \lambda^j B_j$$

Тогда примем следующие обозначения:

$$\Phi_j(\lambda) = - \left( A^{n+1} + \sum_{s=0}^{j-1} \lambda^s B_s \right)$$

$$P_j(\lambda) = \frac{1}{\lambda^j} (A_2(\lambda) + \Phi_j(\lambda)), j = 1, 2, \dots, N$$

При этих предположениях и обозначениях имеет место следующая

Теорема 6. Пусть  $f_j \in D(A^n) \cap H_1$ ,  $j = 0, 1, \dots, N-1$  и

$$\lim_{|\lambda| \rightarrow \infty} \|\bar{C}^{-1} R(A_2(\lambda)) \Phi_s(\lambda) f\| = 0, f \in D(A^n) \cap H_1, s = 1, 2, \dots, N$$

Тогда имеет место  $N$ -кратное разложение

$$\bar{C}^{-1} f_j = \frac{1}{2\pi i} \sum_{\kappa=1}^n \int_{\Gamma_\kappa} \lambda^j (T_\lambda^{(\kappa+1)} - T_\lambda^{(\kappa)}) C \sum_{m=1}^N P_m(\lambda) f_{m-1} d\lambda +$$

$$+ \sum_{r=1}^s \text{Res} \left[ \lambda^j T_\lambda C \sum_{m=1}^N P_m(\lambda) f_{m-1} \right]_{\lambda=\lambda_r}$$

$$+ \sum_{\kappa=1}^n \sum_{l=1}^{t_\kappa} \text{Res} \left[ \lambda^j T_\lambda^{(\kappa+1)} C \sum_{m=1}^N P_m(\lambda) f_{m-1} \right]_{\lambda=\mu_l^{(\kappa+1)}}, j = 0, 1, \dots, N-1,$$

где положено  $T_\lambda^{(n+1)} = T_\lambda^{(1)}$ . Интегралы в правых частях сходятся в смысле метрики пространства  $H$ .

В заключение автор приносит искреннюю благодарность академику Ф. Г. Максудову за постоянное внимание к работе.

#### Литература

1. Наймарк М. А. Труды Московск. матем. общ-ва, 3, 181—270, 1954.
2. Максудов Ф. Г. «ДАН Азерб. ССР», т. XXV; № 12; 3—7; 1969.
3. Гасымов М. Г. «Изв. АН Азерб. ССР», серия физ.-тех. и матем. наук, № 1—2, 19—39, 1970.
4. Гасымов М. Г., Максудов Ф. Г. Функциональный анализ и его приложения, т. 6, вып. 3, 16—24, 1972.
5. Гусейнов М. М., Максудов Ф. Г. В сб. «Спектральная теория операторов». Изд-во «Элм», Баку, 1979.
6. Максудов Ф. Г. «Изв. АН Азерб. ССР», серия физ.-тех. и матем. наук, № 5, 35—40, 1974.
7. Максудов Ф. Г., Гусейнов М. М. «ДАН Азерб. ССР», т. XXXV, № 1; 9—13; 1979.

Институт кибернетики

Поступило 25. IX 1980



Б. П. Аллахвердиев

КЭСИЛМЭЗ СПЕКТРЭ МАЛИК ӨЗ-ӨЗҮНЭ ГОШМА ОЛМАЖАН  
ОПЕРАТОР-ФУНКЦИЈАЛАРЫН ҮМУМИЛЭШМИШ МӘХСУСИ  
ВЭ ГОШУЛМУШ ВЕКТОРЛАРЫ ҮЗРЭ ЧОХГАТ АЖРЫЛЫШ

Мәгаләдә кәсилмәз спектрә малик бир синиф оператор-функциялар үчүн спектрал нәзәријәни бә'зи мәсәләләри өјрәнилмишдир. Спектрини структуру мүнәјәни едилмишдир. Резолвентанын кәсилмәз спектр үзәриндән аналитик давам олуиңуғу көстәрилмишдир. Үмумиләшмиш мәхсуси гиймәт, үмумиләшмиш мәхсуси вә гошулмуш векторлар аилајышлары верилмиш вә үмумиләшмиш мәхсуси гиймәтләрни бә'зи хәссәләри өјрәнилмишдир. Нәһәјәт, үмумиләшмиш мәхсуси вә гошулмуш векторлар үзрә чохгат ажрылыш дүстурлары алынмишдыр.

B. P. Allahverdiev

MULTIPLE EXPANSION ON GENERALIZED EIGEN AND ADJOINT  
VECTORS OF NON-SELFADJOINT OPERATOR FUNCTIONS WITH  
CONTINUOUS PART OF SPECTRUM

In the paper some problems of spectral theory for one class of operator functions in the presence of continuous spectrum are studied. Disposition and structure of spectrum are investigated. It is shown that the resolvent admits an analytic continuation through continuous spectrum.

The notions of generalized eigenvalues and generalized eigen and adjoint vectors are introduced and some singularities of generalized eigenvalues are studied.

Finally, formulae of multiple expansion on generalized eigen and adjoint vectors are obtained.

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД

№ 1

1982

УДК 517.95

МАТЕМАТИКА

А. Х. ШАМИЛОВ

О КОРРЕКТНОСТИ ОДНОЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ  
ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ С ВЫДЕЛЕННЫМ  
ПЕРЕМЕННЫМ

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

1. Введение

В цилиндрической области  $\Omega_T = \Omega \times [0, T]$ , где  $\Omega$ —ограниченная  $m$ -мерная область с границей  $\Gamma$ , рассмотрим эллиптическое уравнение при наличии выделенного переменного  $t \in [0, T]$ :

$$u_{it} - Lu = f(x, t), \quad (1)$$

где  $Lu = - \sum_{l,j=1}^m \frac{\partial}{\partial x_l} \left( a_{lj}(x) \frac{\partial u}{\partial x_j} \right) + c(x)u$ —самосопряженное дифференциальное выражение, удовлетворяющее условиям эллиптичности

$$a_{lj}(x) = a_{jl}(x), \quad \sum_{l,j=1}^m a_{lj}(x) \xi_l \xi_j \geq \alpha \sum_{l=1}^m \xi_l^2, \quad \alpha = \text{const} > 0,$$

для всех вещественных  $\xi_l$ ;  $c(x) > 0$ ,  $f$ —заданная в цилиндре  $\Omega_T$  функция.

Постановка задачи. Пусть требуется найти пару  $(u(x, t), \tau)$  такую, что  $\tau \in (0, T]$ ,  $u(x, t)$  удовлетворяет уравнению (1) в цилиндре  $\Omega_\tau = \Omega \times [0, \tau]$  и условиям

$$u(x, 0) = a(x), \quad u(x, \tau) = A(x), \quad \|u(x, 0)\| = v \quad x \in \Omega \quad (2)$$

$$u|_{\Gamma \times [0, \tau]} = 0, \quad (3)$$

где  $a(x)$ ,  $A(x)$ —заданные в  $\Omega$  функции;  $\|\cdot\|$ —норма в пространстве  $L_2(\Omega)$ ,  $v > 0$ —заданное число.

Классическая разрешимость приведенной задачи при  $m = 1$  исследована автором в [5].

В предлагаемой статье установлен класс корректности задачи (1)–(3) в случае ее слабого решения.

Введем следующие обозначения:

$U$ —оператор, порожденный дифференциальным выражением  $L$  и граничным условием (3) в  $C^{(2)}(\bar{\Omega})$ , который, как известно [3], является положительно определенным оператором, действующим в  $L_2(\Omega)$ ;  $u_n$ —собственной элемент оператора  $U$ , соответствующий собственному значению  $\lambda_n$ ;

$D(U)$ —область определения оператора  $U$ ;

$(\cdot, \cdot)$ —скалярное произведение в  $L_2(\Omega)$ ;

$H_U$ —энергетическое пространство оператора  $U$ ;

$[\cdot, \cdot]$ —скалярное произведение в  $H_U$ ;

$|\cdot|$  — норма в пространстве  $H_U$ ; для  $\varphi \in H_U$ ,  $|\varphi|^2 = \int_{\Omega} \left( \sum_{i,j=1}^m a_{ij}(x) \frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \frac{\partial \varphi}{\partial x_j} + c(x) \varphi^2 \right) dx$ ;

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x_i} \times \frac{\partial \varphi}{\partial x_j} + c(x) \varphi^2 \Big) dx;$$

$C([0, \tau]; H_U)$  — пространство непрерывных при  $t \in [0, \tau]$  абстрактных функций  $u(t)$  со значениями в  $H_U$ ;

$C^{(1)}([0, \tau]; L_2(\Omega))$  — пространство непрерывно дифференцируемых при  $t \in [0, \tau]$  абстрактных функций  $u(t)$  со значениями в  $L_2(\Omega)$ ;

$K_s$  — множество функций  $\eta(t)$ , принадлежащих классу  $K = C([0, \tau]; H_U) \cap C^{(1)}([0, \tau]; L_2(\Omega))$  и удовлетворяющих условию  $\eta(s) = 0$ ,  $s \in (0, \tau]$  [3];

$D^0(\Omega)$  — замыкание в норме  $W_3^{(1)}(\Omega)$  множества всех непрерывно дифференцируемых в области  $\Omega$  функций, равных нулю вблизи границы  $\bar{\Omega}$ ;

$D_1^0(\Omega)_T$  — замыкание в норме  $W_2^{(1)}(\Omega_T)$  множества всех непрерывно дифференцируемых в цилиндре  $\bar{\Omega}_T$  функций, равных нулю вблизи боковой поверхности цилиндра  $\bar{\Omega}_T$  [2].

Для того, чтобы дать определение слабого решения задачи (1)–(3), ее сформулируем как соответствующую задачу для абстрактных дифференциальных уравнений второго порядка (см. [3]).

Если считать, что  $u(x, t)$  — первая компонента решения задачи (1)–(3) принадлежит классу  $C^{(2,2)}(\bar{\Omega} \times [0, \tau])$ , то ее можно рассматривать как абстрактную функцию  $u(t)$  со значениями в  $D(U)$ . Аналогичным образом, рассматривая  $f(x, t)$  — правую часть уравнения (1) как абстрактную функцию  $f(t)$  со значениями в  $L_2(\Omega)$ , а  $a(x), A(x)$  как элементы энергетического пространства  $H_U$ , задачу (1)–(3) можно трактовать в следующем виде:

$$\frac{d^2 u}{dt^2} - Uu = f(t), \quad t \in (0, \tau) \quad (4)$$

$$u(0) = a, \quad u(\tau) = A \quad (5)$$

$$\| \dot{u}(0) \| = U. \quad (6)$$

Обе части уравнения (4), умножая скалярно в метрике  $L_2(\Omega)$  на произвольную функцию  $\eta(t) \in K_s$  и учитывая известную связь между скалярными произведениями пространств  $L_2(\Omega)$ ,  $H_U$ , получим;

$$\left( \frac{d^2 u}{dt^2}, \eta(t) \right) - [u(t), \eta(t)] = (f(t), \eta(t)). \quad (7)$$

Интегрируя обе части (7) по  $t$  от 0 до  $s$  и применяя формулу интегрирования по частям, имеем:

$$(u(0), \eta(0)) - \int_0^s \left( \frac{du}{dt}, \frac{d\eta}{dt} \right) dt - \int_0^s [u(t), \eta(t)] dt = \int_0^s (f(t), \eta(t)) dt. \quad (8)$$

В (8) предполагаем, что  $f \in C([0, \tau]; L_2(\Omega))$ .

Определение 1. Пару  $(u(t), \tau)$ , в которой  $\tau \in (0, T]$ ,  $t \in [0, \tau]$  назовем слабым решением задачи (4)–(6), если:

- 1)  $u \in K$ ; 2)  $u(0) = a$ ,  $u(\tau) = A$ , т. е.  $\lim_{t \rightarrow 0} |u(t) - a| = 0$ ;  $\lim_{t \rightarrow \tau} |u(t) - A| = 0$ ; 3)  $u(t)$  удовлетворяет тождеству (8), в котором  $\eta(t)$  — произвольная функция из класса  $K_s$ ; 4) выполняется (6).

Следуя [4], дадим

Определение 2. Множество  $F$ , состоящее из троек вида  $(a(x), A(x), f(x, t))$ , т. е. из исходных данных задачи (1)–(3) назовем классом корректности задачи (1)–(3) если:

- 1) каждому элементу  $(a, A, f)$  из  $F$  соответствует единственное решение  $(u(x, t), \tau) \in F_1$  задачи (1)–(3);
- 2) для любого числа  $\varepsilon > 0$  можно указать такое число  $\delta(\varepsilon) > 0$ , что из неравенства

$$\| a^{(2)} - a^{(1)} \| + \| A^{(2)} - A^{(1)} \| + \left( \int_0^T \| f^{(2)}(x, t) - f^{(1)}(x, t) \|^2 dt \right)^{\frac{1}{2}} + \| L(a^{(2)} - a^{(1)}) \| + \| L(A^{(2)} - A^{(1)}) \| + \left( \int_0^T |f^{(2)}(x, t) - f^{(1)}(x, t)|^2 dt \right)^{\frac{1}{2}} < \delta, \quad (9)$$

которому удовлетворяют исходные данные  $(a^{(1)}, A^{(1)}, f^{(1)})$ ,  $(a^{(2)}, A^{(2)}, f^{(2)})$ , следует неравенство

$$\| u^{(2)}(x, t) - u^{(1)}(x, t) \| + |\tau_2 - \tau_1| < \varepsilon, \quad (10)$$

для любого  $t \in [0, \tau_1] \cap [0, \tau_2]$ , которому удовлетворяют соответствующие решения  $(u^{(1)}(x, t), \tau_1)$ ,  $(u^{(2)}(x, t), \tau_2)$  (из  $F_1$ ) задачи (1)–(3).

Через  $Q$  обозначим множество элементов вида  $(a(x), A(x), f(x, t))$ , обладающих следующими свойствами:

- 1)  $a(x), A(x) \in H_U \cap W_2^{(3)}(\Omega)$ ,  $LA(x) \in D^0(\Omega)$ ;
- 2) имеют место неравенства:  $0 < \Delta_0 = \| A(x) - a(x) \| \leq \Delta \tau T$ ;

3)  $f(x, t)$  принадлежит классу  $D_1^0(\Omega_T)$  и почти при всех  $t$  из отрезка  $[0, \tau]$  обладает суммируемыми с квадратом по  $\Omega$  обобщенными производными второго порядка  $f_{x_i x_j}$  такими, что  $\int_{\Omega} [Lf]^2 dx$  суммируем на  $[0, T]$  например, если  $Lf \in D_1^0(\Omega_T)$ , то указанный интеграл непрерывен на  $[0, T]$  [2]);

$$4) \rho_1 = T \left\{ \| a \| + \| La \| + \| A \| + \| LA \| + \| A \| + \| LA \| + T^{\frac{1}{2}} \left[ \left( \int_0^T \| f \|^2 ds \right)^{\frac{1}{2}} + \left( \int_0^T |f|^2 ds \right)^{\frac{1}{2}} + \left( \int_0^T \| Lf \|^2 ds \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\} \text{ и имеют место неравенства}$$

$$0 < \rho_1 < \min \left( v - \frac{\Delta}{T}, \frac{2}{3} \frac{\Delta_0 v}{\Delta_0 + \Delta}, v - \frac{T^2}{2} M_1 \right),$$



где

$$M_1 = \frac{2\Delta}{v} e^{-1} \left(1 - e^{-2\sqrt{\lambda_1} \frac{\Delta_0}{3v}}\right)^{-1} \|La\| + \|LA\| \operatorname{cth} \sqrt{\lambda_1} \frac{\Delta_0}{3v} + \\ + T^{\frac{1}{2}} \left( \int_0^T \|Lf\|^2 ds \right)^{\frac{1}{2}};$$

—  $\lambda_1$  — наименьшее собственное значение оператора  $U$ .

## 2. О корректности задачи (1)–(3)

**Теорема.** Пусть  $\Omega$  — произвольная  $m$ -мерная ограниченная область; коэффициенты  $a_{ij}$  уравнения (1) принадлежат пространству  $C^{(2)}(\bar{\Omega})$ , а коэффициент  $c(x)$  пространству  $C^{(1)}(\bar{\Omega})$ .

Тогда множество  $Q$ , определенное выше, является классом корректности (в смысле определения 2) задачи (1)–(3) в случае ее слабого решения  $(u(x, t), \tau)$  (определение 1). При этом  $\tau$  — вторая компонента слабого решения содержится в отрезке  $[t_1, T_1]$ , где

$$t_1 = [\Delta_0 v - (\Delta_0 + \Delta) \rho_0] [v(v - \rho_0)]^{-1}; \quad T_1 = \Delta(v - \rho_0)^{-1},$$

$$\rho_0 = T(\|a\| + \|LA\| + T^{\frac{1}{2}} \left( \int_0^T |f|^2 ds \right)^{\frac{1}{2}} + \int_0^T \|f\| ds). \quad (11)$$

Доказательство теоремы опирается на следующие вспомогательные утверждения, представляющие также самостоятельный интерес.

**Лемма 1.** Пусть  $u^{(i)}(t; \tau)$  слабое решение задачи (4), (5), т. е. функция, определенная по  $t$  при  $t \in [0, \tau]$ , удовлетворяющая требованиям 1)–3), определения 1, для каждого фиксированного  $\tau$ ,  $\tau \in [t_1, T_1]$  соответствует элементу  $(a^{(i)}, A^{(i)}, f^{(i)})$  из множества  $Q$ . Тогда справедливы оценки:

$$\|u^{(2)}(t; \tau) - u^{(1)}(t; \tau)\| \leq \|a^{(2)} - a^{(1)}\| + \|A^{(2)} - A^{(1)}\| + \\ + \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} T^{\frac{1}{2}} \left( \int_0^T \|f^{(2)} - f^{(1)}\|^2 ds \right)^{\frac{1}{2}};$$

$$\|Lu^{(2)}(t; \tau) - Lu^{(1)}(t; \tau)\| \leq \|L(a^{(2)} - a^{(1)})\| + \|L(A^{(2)} - A^{(1)})\| + \\ + T^{\frac{1}{2}} \left( \int_0^T |f^{(2)} - f^{(1)}|^2 ds \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$t \in [0, \tau]$$

$$\|u^{(2)}(t; \tau_2) - u^{(1)}(t; \tau_1)\| \leq N_0 |\tau_2 - \tau_1| + \|a^{(2)} - a^{(1)}\| + \\ + \|A^{(2)} - A^{(1)}\| + \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} T^{\frac{1}{2}} \left( \int_0^T \|f^{(2)} - f^{(1)}\|^2 ds \right)^{\frac{1}{2}};$$

$$\|Lu^{(2)}(t; \tau_2) - Lu^{(1)}(t; \tau_1)\| \leq \|L(a^{(2)} - a^{(1)})\| + \|L(A^{(2)} - A^{(1)})\| +$$

$$+ T^{\frac{1}{2}} \left( \int_0^T |f^{(2)} - f^{(1)}|^2 ds \right)^{\frac{1}{2}} + N_1 |\tau_2 - \tau_1|, \quad t \in [0, \tau_1] \cap [0, \tau_2], \quad \tau_1, \tau_2 \in [t_1, T_1],$$

где

$$N_0 = 2T_1^{-1} e^{-1} (1 - e^{-2\sqrt{\lambda_1} t_1})^{-1} \|a^{(1)}\| + \|A^{(1)}\| \operatorname{cth} \sqrt{\lambda_1} t_1 + \\ + T^{\frac{1}{2}} \left( \int_0^T \|f^{(2)}\|^2 ds \right)^{\frac{1}{2}};$$

$$N_1 = 2T_2^{-1} e^{-1} (1 - e^{-2\sqrt{\lambda_1} t_1})^{-1} \|La^{(1)}\| + \|LA^{(1)}\| \operatorname{cth} \sqrt{\lambda_1} t_1 + \\ + T^{\frac{1}{2}} \left( \int_0^T \|Lf^{(1)}\|^2 ds \right)^{\frac{1}{2}};$$

$t_1, T_1$  — числа, введенные в теореме.

**Лемма 2.** Пусть  $u^{(i)}(t; \tau)$  ( $i = 1, 2$ ) функция из леммы 1 и  $\tau_i$  ( $i = 1, 2$ ) решение функционального уравнения

$$\tau_i = \frac{1}{v} \|A^{(i)}(x) - a^{(i)}(x) - \int_0^{\tau_i} (\tau_i - s) (f^{(i)}(x, s) + Lu^{(i)}(s; \tau_i)) ds\|.$$

Тогда справедлива оценка:

$$|\tau_2 - \tau_1| \leq \left[ v - \left( \frac{T_1^2}{2} N_1 + \rho_0 \right) \right]^{-1} (a^{(2)} - a^{(1)}) + \|A^{(2)} - A^{(1)}\| + \\ + T \int_0^T \|f^{(2)} - f^{(1)}\| ds + \frac{T_1^2}{2} (\|L(a^{(2)} - a^{(1)})\| + \|L(A^{(2)} - \\ - A^{(1)})\| + T^{\frac{1}{2}} \left( \int_0^T |f^{(2)} - f^{(1)}|^2 ds \right)^{\frac{1}{2}}).$$

где  $N_1, \rho_0$  определяются соответственно формулами (11), (12).

**Замечание 1.** Теорема аналогичная здесь приведенной, имеет место и в случае классического решения задачи (1)–(3).

**Замечание 2.** Методы, разработанные в [1], позволяют исследовать задачи типа (1)–(3) для операторных уравнений высшего порядка, причем вместо условий (2), (3) можно рассматривать более общие условия.

## Литература

1. Дезин А. А. Общие вопросы теории граничных задач. Наука. М., 1980.
2. Ильин В. А. УМН, т. XV, вып. 2, 92, 1960.
3. Михлин С. Г. Линейные уравнения в частных производных. Высшая школа. М., 1977.
4. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач, 33. Наука. М., 1974.
5. Шамилов А. Х. ДАН Азерб. ССР. т. 36, № 12, 1980.

АГУ им С. М. Кирова

Поступила 26. VI 1981

Ә. Х. Шәмилов

АЖРЫЛМЫШ ДӘЈИШӘНН ОЛАН ЕЛЛИПТИК ТӘНЛИК ҮЧҮН  
БИР ХҮСУСИ МӘСӘЛӘНИН ҚОРРЕКТЛИЖИ ҲАГГЫНДА

Мәгаләдә аҗрылмыш дәјишәни олан, цилиндрик областда бахылан мунтәзәм еллиптик тәнлик үчүн бир хусуси мәсәләнин зәиф һәлли һалында онун корректлик синфи мүүҗән еллиптикдир. һәмни мәсәләдә цилиндрин бүтүн сәрһәдди үзрә (јан сәтһ үзрә бирчһис) Дирихле мәлүмлары, бундан әлавә цилиндрин алт отурачағы үзрә һәллини нормала керә төрәмәсинин нормасы  $\|u_t(x, 0)\|$  вериллир, цилиндрин әввәлчәдән гејд олунаммыш үст отурачағынын вәзијјәти вә еллиптик тәнлијин цилиндрдә һәллинин таһылмасы тәләб олуһур.

A. H. Shamilov

ON CORRECTION OF ONE SPECIAL PROBLEM FOR ELLIPTIC  
EQUATION WITH-DISTINGUISHED VARIABLE

The correction class of one special problem for evenly elliptic equation, considered in cylindrical region with distinguished variable in case of its weak solution is determined in this work. On the whole boundary of the cylinder Dirichlet data (homogeneous on the side surface) and, besides, the norm  $\|u_t(x, 0)\|$  of the normal derivative from the solution on the lower basis of cylinder are set. We need to find the position of the upper basis, which is not supposed to be fixed, and the solution of elliptic equation in cylinder.

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД

№ 1

1982

УДК 621.391, 1:519.246

МАТЕМАТИКА

И. Л. ШАЙН, Н. Г. ЧЕРНОГУЗ

К ВОПРОСУ АНАЛИЗА РАЗНОСТНЫХ АЛГОРИТМОВ  
ОТБРАКОВКИ АНОМАЛЬНЫХ ОШИБОК

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

Для обнаружения и коррекции аномальных ошибок измерений в информационно-измерительных системах часто применяют разностные алгоритмы отбраковки, основывающиеся на конечных разностях [1] и других моделях разностного типа [2]. Целью настоящей работы является оценивание величины среднеквадратической ошибки отбраковки и анализ результатов оптимизации по этому критерию параметров разностного алгоритма отбраковки в случае, когда измерительное сообщение имеет вид нормального центрированного марковского случайного процесса  $\{y_n\}$   $n = 0, 1, 2, \dots$ , описываемого стохастическим разностным уравнением авторегрессии 1-го порядка

$$y_n = \rho y_{n-1} + \omega_n, \quad (1)$$

где  $\rho = E[y_n y_{n-1}] / \sigma_y^2$ ,  $\sigma_y^2 = D[y_n]$  ( $E[\ ]$  — знак математического ожидания,  $D[\ ]$  — дисперсия),  $\{\omega_n\}$  — «белый» гауссов шум.

Аномальные ошибки упрощенно представим в виде стационарного пуассоновского потока импульсов  $\lambda$  со средней частотой  $\nu$ , причем при появлении аномальной ошибки результат измерения  $x_n$  принимает значение  $y_n = y_n + \lambda$ , а при ее отсутствии  $x_n = y_n$ . Пусть  $\theta = \lambda / \sigma_y$  — относительная величина аномальной ошибки.

С точки зрения статистической теории решений задача обнаружения аномальной ошибки в наблюдении  $x_n$  заключается в проверке гипотезы. Но;  $x_n = y_n$  против альтернативы  $H_1: x_n = y_n$ . При использовании адекватной (1) прогнозирующей модели типа  $\hat{y}_n = \Phi z_{n-1}$ , где  $\Phi$  — некоторый коэффициент, в общем случае не равный  $\rho$ , а  $z_{n-1}$  — результат отбраковки для момента  $n-1$ , алгоритм отбраковки может быть задан в виде рекуррентного соотношения

$$\begin{aligned} z_n &= \Phi z_{n-1}, \quad i = i + 1 \\ |x_n - \Phi z_{n-1}| &\geq h \sigma_y t_i, \\ z_n &= x_n, \quad i = 1, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $h$  — коэффициент, соответствующий заданному для гипотезы. Но уровню значимости  $\alpha$ ,  $i$  — количество подряд отбракованных предыдущих наблюдений, а  $t^i = 1 - 2\Phi^i \rho^i + \rho^{2i}$  — коэффициент, учитывающий возрастание дисперсии ошибки прогноза с ростом числа шагов  $i$ , умножаемых при прогнозировании проверяемого наблюдения  $x_n$ .

При проектировании алгоритма отбраковки (2) можно поставить задачу поиска таких значений  $\Phi_0$  и  $h_0$ , при которых эффективность



алгоритма максимална. Существование оптимального значения  $h_0$  очевидно — при изменении порога вероятности ошибок первого и второго рода будут изменяться в противоположных направлениях и задача выбора  $h$  сводится к тому, чтобы сбалансировать эти вероятности некоторым наилучшим образом. Что же касается коэффициента  $\Phi$ , то при отсутствии аномальных ошибок оптимальным было бы естественно, значение  $\Phi = \rho$ . Однако при наличии аномальных ошибок и ненулевой вероятности их пропуска  $\Phi_0$  должно быть несколько меньше  $\rho$ , что объясняется необходимостью „демпфировать“ смещение прогнозов, возникающее при пропуске аномальных ошибок.

Для численных исследований воспользуемся предложенной в [2] схемой вероятностного анализа алгоритма отбраковки (2), при которой работа алгоритма представляется в виде последовательности состояний однородной цепи Маркова со стационарным распределением вероятностей  $\{P_l, P_l^*\}$ ,  $l = 1, 2, 3, \dots$  где  $P_l$  (или  $P_l^*$ ) — вероятность состояния, в котором  $y_n = \Phi^l y_{n-1}$  (или, соответственно,  $y_n = \Phi^l - y_{n-1}$ ).

Среднеквадратическая ошибка  $s$  определяется при отбраковке выражением

$$s^2 = E [(y_n - z_n)^2] / \sigma_y^2. \quad (3)$$

При работе алгоритма (2) величина ошибки  $\omega_n = y_n - z_n$  может принимать следующие значения:

$$\omega_n = \begin{cases} 0 & \text{при } |y_n - \Phi^l x_{n-1}| < h \sigma_y t_l; \\ \theta & \text{при } |y_n - \Phi^l x_{n-1}| < h \sigma_y t_l; \\ y_n - \Phi^l x_{n-1} & \text{при } |x_n - \Phi^l x_{n-1}| > h \sigma_y t_l. \end{cases} \quad (4)$$

Пусть  $f_i(u)$  — закон распределения ошибки прогноза  $u_n = y_n - \Phi^l y_{n-1}$ . Тогда  $s^2$  с учетом возможных значений  $\omega_n$  для различных состояний цепи Маркова будет определяться выражением

$$s^2 = P_{H_0} \left[ \sum_l P_l \int_{|u+\theta|<h} \theta^2 f_i(u) du + \sum_l P_l^* \int_{|u+\theta-\Phi^l \theta|<h} \theta^2 f_i(u) du + \right. \\ \left. + \sum_l P_l \int_{|u+\theta|>h} u^2 f_i(u) du + \sum_l P_l^* \int_{|u+\theta-\Phi^l \theta|>h} (u - \Phi^l \theta)^2 f_i(u) du \right] + \\ + P_{H_1} \left[ \sum_l P_l \int_{|u|>h} u^2 f_i(u) du + \sum_l P_l^* \int_{|u-\Phi^l \theta|>h} (u - \Phi^l \theta)^2 f_i(u) du \right]. \quad (5)$$

Приведем это выражение к виду, удобному для расчетов. Так, например,

$$\int_{|u+\theta-\Phi^l \theta|>h} (u - \Phi^l \theta)^2 f_i(u) du = \int_{-\infty}^{\infty} (u - \Phi^l \theta)^2 f_i(u) du - \\ - \int_{-\infty}^{h-\theta+\Phi^l \theta} (u - \Phi^l \theta)^2 f_i(u) du + \int_{-\infty}^{-h-\theta+\Phi^l \theta} (u - \Phi^l \theta)^2 f_i(u) du. \quad (6)$$

При нормальном законе распределения  $f_i(u) = (2\pi t_i^2)^{-\frac{1}{2}} \exp(-u^2/2t_i^2)$  и имеют место два простых соотношения:

$$(2\pi t_i^2)^{-\frac{1}{2}} \int_{-\infty}^b u^2 \exp(-u^2/2t_i^2) du = t_i^2 [E(b/t_i) - b f_i(b)], \quad (7)$$

где  $F(b) = (2\pi t_i^2)^{-\frac{1}{2}} \int_{-\infty}^b \exp(u^2/2) du$  — интеграл Лапласа, и

$$(2\pi t_i^2)^{-\frac{1}{2}} \int_{-\infty}^b u \exp(-u^2/2t_i^2) du = t_i^2 f_i(b) \quad (8)$$

Для каждого из слагаемых правой части (6) соответственно имеем:

$$\int_{-\infty}^{\infty} (u - \Phi^l \theta)^2 f_i(u) du = \int_{-\infty}^{\infty} u^2 f_i(u) du - 2\Phi^l \theta \int_{-\infty}^{\infty} u f_i(u) du + \\ + (\Phi^l \theta)^2 \int_{-\infty}^{\infty} f_i(u) du = t_i^2 + (\Phi^l \theta)^2. \quad (9)$$

$$\int_{-\infty}^{h-\theta+\Phi^l \theta} (u - \Phi^l \theta)^2 f_i(u) du = \int_{-\infty}^{h-\theta+\Phi^l \theta} u^2 f_i(u) du - 2\Phi^l \theta \int_{-\infty}^{h-\theta+\Phi^l \theta} u f_i(u) du + \\ + (\Phi^l \theta)^2 \int_{-\infty}^{h-\theta+\Phi^l \theta} f_i(u) du = t_i^2 \left[ F\left(\frac{h-\theta+\Phi^l \theta}{t_i}\right) - \right.$$

$$\left. - (h-\theta+\Phi^l \theta) f_i(h-\theta+\Phi^l \theta) \right] + t_i^2 2\Phi^l \theta f_i(h-\theta+\Phi^l \theta) + \\ + (\Phi^l \theta)^2 F\left(\frac{h-\theta-\Phi^l \theta}{t_i}\right); \quad (10)$$

$$\int_{-\infty}^{-h-\theta+\Phi^l \theta} (u - \Phi^l \theta)^2 f_i(u) du = t_i^2 \left[ F\left(\frac{-h-\theta+\Phi^l \theta}{t_i}\right) - \right. \\ \left. - (-h-\theta+\Phi^l \theta) f_i(-h-\theta+\Phi^l \theta) \right] + \\ + t_i^2 2\Phi^l \theta f_i(-h-\theta+\Phi^l \theta) + (\Phi^l \theta)^2 F\left(\frac{-h-\theta+\Phi^l \theta}{t_i}\right). \quad (11)$$

Теперь введем следующие обозначения:

$$\Phi_h(b) = F(h-b) - F(-h-b), \\ r_{h,l}(b) = (h-b) f_i(h-b) + (h+b) f_i(h+b), \\ g_{h,l}(b) = f_i(h-b) - f_i(h+b).$$

Тогда (6) можно представить в виде:

$$\int_{|u+\theta-\Phi^l \theta|>h} (u - \Phi^l \theta)^2 f_i(u) du = [t_i^2 + (\Phi^l \theta)^2] \left[ 1 - \Phi_h\left(\frac{\theta-\Phi^l \theta}{t_i}\right) \right] + \\ + t_i^2 [r_{h,l}(\theta-\Phi^l \theta) + 2\Phi^l \theta g_{h,l}(\theta-\Phi^l \theta)]. \quad (12)$$

Преобразуя аналогичным образом другие составляющие (5), получим:

$$\int_{|u+\theta|>h} u^2 f_i(u) du = t_i^2 [1 - \Phi_h(\theta/t_i)] + t_i^2 r_{h,l}(\theta); \quad (13)$$

$$\int_{|u-\Phi^l \theta|>h} (u - \Phi^l \theta)^2 f_i(u) du = [t_i^2 + (\Phi^l \theta)^2] [1 - \Phi_h(-\Phi^l \theta/t_i)] + \\ + t_i^2 [r_{h,l}(-\Phi^l \theta) + 2\Phi^l \theta g_{h,l}(-\Phi^l \theta)] \quad (14)$$

$$\int_{|u|>h} u^2 f_i(u) du = t_i^2 [1 - \Phi_h(0)] + t_i^2 r_{h,l}(0); \quad (15)$$

$$\int_{u+\theta|<h} \theta^2 f_i(u) du = \theta^2 \left[ \int_{-\infty}^{h-\theta} f_i(u) du - \int_{-\infty}^{-\theta} f_i(u) du \right] = \theta^2 \Phi_h(\theta/t_i); \quad (16)$$

$$\int_{|u+\theta-\Phi^1\theta|<h} \theta f_i(u) du = \theta^2 \Phi_h \left( \frac{\theta - \Phi^1\theta}{t_i} \right). \quad (17)$$

Пусть  $P(H_c/H_d, \hat{y}_n)$  — условная вероятность принятия гипотезы  $H_c$  при прогнозе  $\hat{y}_n$  и истинной гипотезе  $H_d$ ,  $d = 0, 1$ . Тогда

$$1 - \Phi_h \left( \frac{\theta - \Phi^1\theta}{t_i} \right) = P(H_0/H_0, \Phi^1 y'_{n-1}), \quad \Phi_h \left( \frac{\theta - \Phi^1\theta}{t_i} \right) = P(H_1/H_0, \Phi^1 y'_{n-1}), \quad (18)$$

$$1 - \Phi_h(\theta/t_i) = P(H_0/H_0, \Phi^1 y_{n-1}), \quad \Phi_h(\theta/t_i) = P(H_1/H_0, \Phi^1 y_{n-1}), \quad (19)$$

$$1 - \Phi_h(-\Phi^1\theta/t_i) = P(H_0/H_1, \Phi^1 y'_{n-1}), \quad \Phi_h(-\Phi^1\theta/t_i) = P(H_1/H_1, \Phi^1 y'_{n-1}), \quad (20)$$

$$1 - \Phi_h(0) = P(H_0/H_1, \Phi^1 y_{n-1}), \quad \Phi_h(0) = P(H_1/H_1, \Phi^1 y_{n-1}). \quad (21)$$

Подставляя (12–17) в (5), с учетом (18–21), получим:

$$\begin{aligned} s^2 = & \theta^2 P_{H_0} \sum_i [P_i P(H_1/H_0, \Phi^1 y_{n-1}) + P_i^* P(H_1/H_0, \Phi^1 y'_{n-1})] + \\ & + P_{H_0} \sum_i P_i [P(H_0/H_0, \Phi^1 y_{n-1}) + r_{h,i}(\theta)] t_i^2 + \\ & + P_{H_0} \sum_i P_i^* [t_i^2 + (\Phi^1\theta)^2] P(H_0/H_0, \Phi^1 y'_{n-1}) + t_i^2 [r_{h,i}(\theta - \Phi^1\theta) + \\ & + 2\Phi^1\theta g_{h,i}(\theta - \Phi^1\theta)] + P_{H_1} \sum_i P_i [P(H_0/H_1, \Phi^1 y_{n-1}) + r_{h,i}(0)] t_i^2 + \\ & + P_{H_1} \sum_i P_i^* [t_i^2 + (\Phi^1\theta)^2] P(H_0/H_1, \Phi^1 y'_{n-1}) + t_i^2 [r_{h,i}(-\Phi^1\theta) + \\ & + 2\Phi^1\theta g_{h,i}(-\Phi^1\theta)]. \quad (22) \end{aligned}$$

Отметим, что для заданной цепи Маркова справедливы соотношения [2]

$$P_{H_0} \sum_i P_i P(H_1/H_0, \Phi^1 y_{n-1}) + P_i^* P(H_1/H_0, \Phi^1 y'_{n-1}) = P_i^*; \quad (23)$$

$$P_i [P(H_0/H_0, \Phi^1 y_{n-1}) P_{H_0} + P(H_0/H_1, \Phi^1 y_{n-1}) P_{H_1}] = P_{i+1}; \quad (24)$$

$$P_i^* [P(H_0/H_0, \Phi^1 y'_{n-1}) P_{H_0} + P(H_0/H_1, \Phi^1 y'_{n-1}) P_{H_1}] = P_{i+1}^*. \quad (25)$$

В итоге выражение для  $s^2$  принимает вид:

$$\begin{aligned} s^2 = & \theta^2 P_i^* + P_{H_0} \sum_i P_i t_i^2 r_{h,i}(\theta) + P_{H_0} \sum_i P_i^* t_i^2 [r_{h,i}(\theta - \Phi^1\theta) + \\ & + 2\Phi^1\theta g_{h,i}(\theta - \Phi^1\theta)] + P_{H_0} \sum_i P_i t_i^2 r_{h,i}(0) + P_{H_1} \sum_i P_i^* t_i^2 [r_{h,i}(-\Phi^1\theta) + \\ & + 2\Phi^1\theta g_{h,i}(-\Phi^1\theta)] + \sum_i P_{i+1} t_i^2 + \sum_i P_{i+1}^* [t_i^2 + (\Phi^1\theta)^2]. \quad (26) \end{aligned}$$

Если чересчур высокая точность при расчётах не требуется, то, оставляя в (26) наиболее значимые члены, можно получить более удобный для расчётов упрощённый аналог этой формулы

$$s^2 \approx \sum_i (P_{i+1} + P_{i+1}^*) t_i^2 + \sum_i P_i^* (\Phi^{1-i}\theta)^2. \quad (27)$$

Вероятности  $\{P_i, P_i^*\}$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots$  могут быть вычислены с помощью метода, приведённого в [2].

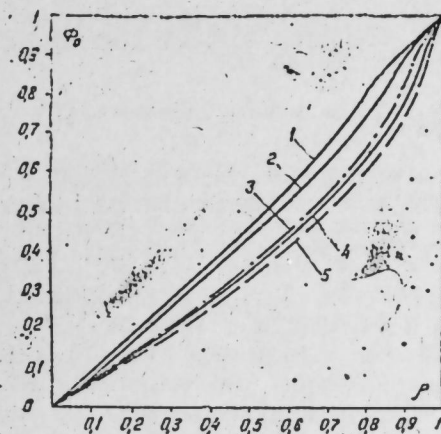


Рис. 1. Зависимость  $\Phi_0$  от  $\rho$ ,  $\theta$  и  $\nu$ :  
1— $\theta=5$ ;  $\nu=0,1$ ; 2— $\theta=3$ ;  $\nu=0,1$ ; 3— $\theta=1$ ;  
 $\nu=0,05$ ; 4— $\theta=1$ ;  $\nu=0,1$ ; 5— $\theta=1$ ;  $\nu=0,2$ .

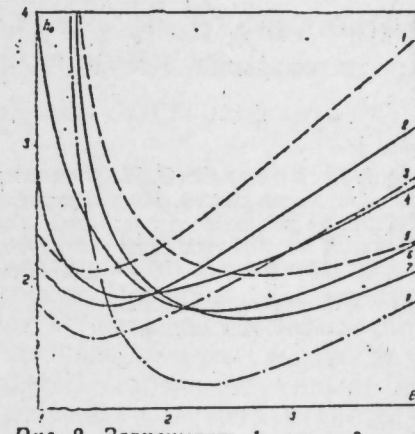


Рис. 2. Зависимость  $h_0$  от  $\rho$ ,  $\theta$  и  $\nu$ .  
1— $\nu=0,05$ ;  $\rho=0,9$ ; 2— $\nu=0,1$ ;  $\rho=0,9$ ;  
3— $\nu=0,2$ ;  $\rho=0,9$ ; 4— $\nu=0,1$ ;  $\rho=0,8$ ;  
5— $\nu=0,05$ ;  $\rho=0$ ; 6— $\nu=0,1$ ;  $\rho=0,5$ ;  
7— $\nu=0,1$ ;  $\rho=0$ ; 8— $\nu=0,2$ ;  $\rho=0$ .

На рис. 1–3 приводятся некоторые результаты поиска  $\Phi_0$  и  $h_0$  для различных  $\rho$ ,  $\theta$  и  $\nu$ . Как и следовало ожидать,  $\Phi_0$  всегда несколько меньше  $\rho$  и разница между ними растет при увеличении смещения,

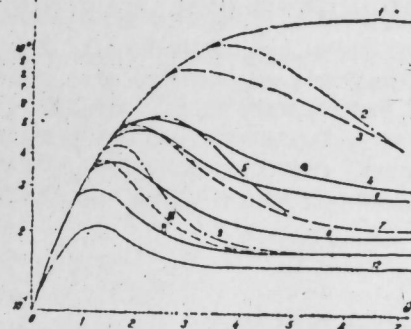


Рис. 3. Зависимость  $S$  от  $\rho$ ,  $\theta$  и  $\nu$ : 1—без отбраковки; 2— $\rho=0,5$ ,  $\Phi=1$ ,  $h=3$ ; 3— $\rho=0,5$ ,  $\Phi=1$ ,  $h=h_0$ ; 4— $\Phi=0$ ,  $h=h_0$ ; 5— $\rho=0,8$ ,  $\Phi=1$ ,  $h=3$ ; 6— $\rho=0,5$ ,  $\Phi=\Phi_0$ ,  $h=h_0$ ; 7— $\rho=0,8$ ,  $\Phi=1$ ,  $h=h_0$ ; 8— $\rho=0,8$ ,  $\Phi=\Phi_0$ ,  $h=h_0$ ; 9— $\rho=0,9$ ,  $\Phi=1$ ;  $h=3$ ; 10— $\rho=0,9$ ,  $\Phi=1$ ,  $h=h_0$ ; 11— $\rho=0,9$ ,  $\Phi=\Phi_0$ ,  $h=h_0$  (во всех случаях  $\nu=0,1$ ); 12— $\rho=0,9$ ,  $\nu=0,05$ ,  $\Phi=\Phi_0$ ,  $h=h_0$ .

вызываемого пропуском аномальных ошибок, например, при увеличении  $\nu$  (см. рис. 1). Как видно из рис. 2,  $h_0$  увеличивается при уменьшении опасности пропуска аномальных ошибок, например, при уменьшении  $\nu$  или при увеличении  $\rho$ . Отметим, что при чересчур малых  $\theta$  отбраковка просто теряет смысл, что выражается в неограниченном увеличении оптимальной величины порога ( $h_0 \rightarrow \infty$ ). Вместе с тем, как видно из рис. 3, наибольшую опасность по критерию СКО при отбраковке представляют именно не очень большие по относи-



ельной величине аномальные ошибки, при которых  $s_0$  достигает максимума.

Подчеркнем, что по отношению к часто применяемым на практике рекомендациям типа  $\Phi = 0$  (наблюдения считаются слабокоррелированными),  $\Phi = 1$  (первая конечная разность, применяемая в случае сильнокоррелированных наблюдений) и  $h = 3$  (правило „три сигма“) оптимальные значения  $\Phi_0$  и  $h_0$  могут при определенных условиях обеспечить весьма существенный выигрыш (см. рис. 3). Примечательно, что чем менее благоприятными для отбраковки являются значения  $\rho$ ,  $\theta$  и ( $\rho \approx 0,5$ ,  $\theta \approx 1 \div 3$ ,  $\nu > 0,05$ ), тем больший эффект достигается при оптимизации  $\Phi$  и  $h$ .

#### Литература

1. Новоселов О. Н., Фомин А. Ф. Основы теории и расчета информационно-измерительных систем. Машиностроение, М., 1980. 2. Черногуз Н. Г. Анализ и оптимизация разностного алгоритма отбраковки аномальных ошибок. Рукопись представлена Азербайджанским институтом нефти и химии им. М. А. Азизбекова. Деп. в ВИНТИ в 1981, № 109 — ДЕП. Баку, 1981.

Институт нефти и химии  
им. М. А. Азизбекова

Поступило 17. IV 1981

И. Л. Шаји, Н. Г. Черногуз

#### АНОМАЛ ХЭТАЛАРЫН СЕЧИЛМЭСИ ҮЧҮН АЛГОРИТМЛЭРИН АНАЛИЗИ

Аномал елчмэ хэталарынын сечилмэси үчүн сонлу фэрг алгоритминэ бахылыр. Орта квадратик мејл негтеји-незэриндэн сечмэдэ итки тэдгиг олунур.

Сонлу фэрг моделинин эмсалларынын өлчү мэлуматынын характеристикаларындан өз аномал хэталардан асылылыгы анализ олунур.

I. L. Shain, N. G. Chernoguz

#### ON THE ANALYSIS OF OUTLIERS REJECTION DIFFERENCE ALGORITHMS

The difference algorithm for outliers rejection is considered. The rejection losses from position of mean-root-square error are estimated. The dependence of the mode coefficient and rejection level optimal values on signal and outliers parameters is analysed.

Н. М. АТАКИШИЕВ, Р. М. МИР-КАСИМОВ, Ш. М. НАГИЕВ

#### СТРУКТУРНЫЕ ФУНКЦИИ МЕЗОНОВ В КВАЗИПОТЕНЦИАЛЬНОМ ПОДХОДЕ НА СВЕТОВОМ КОНУСЕ

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

В работах [1] построена ковариантная гамильтонова квантовая теория поля на световом конусе, существенно новым моментом в которой является специфическая регуляризация, приводящая к уничтожению во всех диаграммах сингулярностей, сопутствующих любой теории поля в переменных светового фронта. Подробно проанализированы условия унитарности и причинности  $S$ -матрицы и сформулированы правила трехмерной диаграммной техники, которые можно назвать ковариантной формулировкой „старой“ теории возмущений на конусе. Суммированием неприводимых диаграмм получено трехмерное уравнение квазипотенциального типа в переменных светового фронта.

В настоящей работе квазипотенциальный формализм [2] в переменных светового фронта [1, 3] применяется к изучению глубоконепругого лептон-адронного рассеяния, играющего важную роль при выяснении внутренней структуры адронов. В [4] была получена формула, связывающая лептон-адронные структурные функции с квазипотенциальной волновой функцией скалярного адрона, рассматриваемого как связанное состояние бесспиновых кварков. Однако более реалистичный подход требует учета спина кварков и в данном случае мы исследуем структурные функции псевдоскалярного мезона, состоящего из кварка и антикварка со спинами  $1/2$ .

В зависимости от относительного направления спинов кварков возможны две конфигурации:  ${}^1S_0$ —волна (спины антипараллельны) и  ${}^3P_0$ —волна (спины параллельны). Поэтому квазипотенциальные волновые функции псевдоскалярного мезона в переменных светового фронта, соответствующие этим конфигурациям, следуя работе [5], определим следующим образом:

$$\Psi_P(p) = (4\pi)^{-1} \int dp^- S_P(\pi \chi_P(p)), \quad (1)$$

$$\vec{\Psi}_P(p) = (4\pi)^{-1} \int dp^- S_P(\vec{\pi}_\perp \chi_P(p)).$$

Здесь  $\pi = \gamma_5 \gamma^+$ ,  $\vec{\pi}_\perp = \frac{1}{\sqrt{2}} \pi \vec{\gamma}_\perp$  — проекционные операторы,  $\gamma^+ = \gamma_0 + \gamma_3$ ,

$\vec{\gamma}_\perp = (\gamma_1, \gamma_2)$ , а  $\chi_P(p)$  — амплитуда Бете—Солпитера системы кварк — антикварк с квантовыми числами псевдоскалярного мезона ( $J^P = 0^-$ ):

$$\chi_P(p) = \int e^{ipy} \langle 0 | T_+ \left\{ \Psi_1 \left( \frac{y}{2} \right) \Psi_2 \left( -\frac{y}{2} \right) \right\} | P \rangle dy =$$

$$= \gamma_3 \{ \chi_1 + \hat{P} \chi_2 + \hat{p} \chi_3 + [\hat{P}, \hat{p}] \chi_4 \}, \chi_i = \chi_i(P, p^2). \quad (2)$$

Волновые функции (1) удовлетворяют квазипотенциальному уравнению

$$\left\{ p^2 - \frac{\left[ \vec{p}_\perp + \left( \frac{1}{2} - \eta \right) \vec{P}_\perp \right]^2 + m_1^2}{\eta} - \frac{\left[ \vec{p}_\perp + \left( \frac{1}{2} - \eta \right) \vec{P}_\perp \right]^2 + m_2^2}{1-\eta} \right\} \Phi_P(\eta, \vec{p}_\perp) = \frac{1}{\eta(1-\eta)} \int_0^1 d\eta' \int d\vec{p}'_\perp V(P; \eta, \vec{p}_\perp; \eta', \vec{p}'_\perp) \Phi_P(\eta', \vec{p}'_\perp). \quad (3)$$

и условию нормировки

$$\int_0^1 d\eta \int d\vec{p}_\perp |\Phi_P(\eta, \vec{p}_\perp)|^2 - \int_0^1 \frac{d\eta d\eta'}{\eta(1-\eta)} \int d\vec{p}_\perp d\vec{p}'_\perp \Phi_P^*(\eta, \vec{p}_\perp) \left[ \frac{\partial V}{\partial p^2} \right] \Phi_P(\eta', \vec{p}'_\perp) = 4(2\pi)^2, \quad (4)$$

где  $\Phi$  равняется  $\Psi$  или  $\bar{\Psi}_\perp$ .

С помощью метода, описанного в [4], для амплитуды виртуального комптоновского рассеяния вперед на псевдоскалярном мезоне получим следующее выражение:

$$T_{\mu\nu}(P, q) = T_{\mu\nu}^{(s)}(P, q) + T_{\mu\nu}^{(p)}(P, q), \\ T_{\mu\nu}^{(s)} = (2\pi)^4 (P^+)^2 \int_0^1 d\eta d\eta' \int d\vec{p}_\perp d\vec{p}'_\perp \Psi_P^*(\eta, \vec{p}_\perp) K_{\mu\nu}^{(s)}(P, \eta, \vec{p}_\perp; P, \eta', \vec{p}'_\perp; q) \Psi_P(\eta', \vec{p}'_\perp), \quad (5)$$

$$T_{\mu\nu}^{(p)} = \frac{1}{2} (2\pi)^4 (P^+)^2 \int_0^1 d\eta d\eta' \int d\vec{p}_\perp d\vec{p}'_\perp \bar{\Psi}_{\perp P}^*(\eta, \vec{p}_\perp) K_{\mu\nu}^{(p)}(P, \eta, \vec{p}_\perp; P, \eta', \vec{p}'_\perp; q) \bar{\Psi}_{\perp P}(\eta', \vec{p}'_\perp).$$

В формулах (5) значки  $s$  и  $p$  соответствуют вкладам  $S$ - и  $P$ -волн. Обобщенные 4-хвостки  $K_{\mu\nu}^{(s)}$  и  $K_{\mu\nu}^{(p)}$  определяются равенствами

$$K_{\mu\nu}^{(s)} = (2\pi)^{-4} \int G^{-1}(P; p, p'') R_{\mu\nu}(P, p''; P, p'''; q) G^{-1}(P, p''', p') dp'' dp''', \quad (6)$$

$$K_{\mu\nu}^{(p)} = (2\pi)^{-4} \int \bar{G}^{-1}(P; p, p'') \bar{R}_{\mu\nu}(P, p''; P, p'''; q) \bar{G}^{-1}(P; p''', p') dp'' dp'''.$$

В соответствии с (1), функции  $G$  и  $R_{\mu\nu}$  ( $\bar{G}$  и  $\bar{R}_{\mu\nu}$ ) получаются из соответствующих четырехмерных функций Грина  $\bar{C}$  и  $\bar{K}_{\mu\nu}$  с помощью проекционного оператора  $\pi(\vec{\pi}_\perp)$  и интегрирования по относительным

импульсам. Например,

$$G(P; p, p') = (4\pi)^{-2} \int dp^- dp'^- Sp [\pi \bar{G}(P; p, p') \pi], \\ \bar{G}(P; p, p') = (4\pi)^{-2} \int d\vec{p} d\vec{p}' Sp [\vec{\pi}_\perp \bar{G}(P; p, p') \vec{\pi}_\perp]. \quad (7)$$

Как и в случае бесспиновых кварков [4], обобщенные 4-хвостки  $K_{\mu\nu}^{(s)}$  и  $K_{\mu\nu}^{(p)}$  могут быть вычислены по теории возмущений по константе связи и, в частности, в импульсном приближении вклады в  $K_{\mu\nu}^{(s)}$  неинтерференционных  $\bar{K}_{\mu\nu}^{(0)}$  и интерференционных членов  $\bar{K}_{\mu\nu}^{(1)}$  имеют вид:  $\bar{K}_{\mu\nu}^{(s)(0)}(P, p; P, p'; q) = \bar{K}_{\mu\nu}^{(p)(0)}(P, p; P, p'; q) = \bar{K}_{\mu\nu}^{(0)}(P, p; q) \delta(p - p')$ , (8)

$$\bar{K}_{\mu\nu}^{(s)(0)}(P, p; P, p'; q) = \frac{iz_1 z_2 \theta(\eta) \theta(1-\eta) \theta(\eta') \theta(1-\eta')}{(4\pi)^0 p_1^+ p_2^+ p_1'^+ p_2'^+} [B_{\mu\nu} \delta(q + \bar{p}_1 - \bar{p}'_1) + B_{\nu\mu} \delta(q + \bar{p}_2 - \bar{p}'_2)],$$

$$B_{\mu\nu} = Sp \pi \left( \frac{\Delta}{p_1 + m_1} \right) \gamma_\mu \left( \frac{\Delta}{p_1 + m_1} \right) \pi \left( \frac{\Delta}{p_2 - m_2} \right) \gamma_\nu \left( \frac{\Delta}{p_2 - m_2} \right).$$

Выражение для  $K_{\mu\nu}^{(p)(0)}(P, p; P, p'; q)$  получается из  $\bar{K}_{\mu\nu}^{(s)(0)}(P, p; P, p'; q)$  заменой  $B_{\mu\nu}$  на

$$C_{\mu\nu} = Sp \vec{\pi}_\perp \left( \frac{\Delta}{p_1 + m_1} \right) \gamma_\mu \left( \frac{\Delta}{p_1 + m_1} \right) \vec{\pi}_\perp \left( \frac{\Delta}{p_2 - m_2} \right) \gamma_\nu \left( \frac{\Delta}{p_2 - m_2} \right). \quad (9)$$

В тензор  $\bar{W}_{\mu\nu}$  (см. [4]) дает вклад лишь мнимая часть функции  $\bar{K}_{\mu\nu}^{(c)}(P, p; q)$ , равная

$$I_m \bar{K}_{\mu\nu}^{(c)}(P, p; q) = \frac{\theta(\eta) \theta(1-\eta)}{2(2\pi)^0} \left[ \frac{z_1^2}{p_1^+} A_{\mu\nu}^1 \delta(q^2 + 2\bar{p}_1 q) + (1 \leftrightarrow 2) \right], \quad (10) \\ A_{\mu\nu}^1 = 2\bar{p}_{1\mu} \bar{p}_{1\nu} + q_\mu \bar{p}_{1\nu} + \bar{p}_{1\mu} q_\nu - q_\mu q_\nu \bar{p}_{1\nu}.$$

Следовательно, в случае, когда рассматриваемый псевдоскалярный мезон состоит из фермиона и антифермиона, для адронного тензора  $\bar{W}_{\mu\nu}$  в импульсном приближении получается следующее выражение:

$$\bar{W}_{\mu\nu}^{(0)}(P, q) = \bar{W}_{\mu\nu}^{(s)(0)}(P, q) + \bar{W}_{\mu\nu}^{(p)(0)}(P, q) = \frac{P^+}{(2\pi)^2} \int_0^1 d\eta \int d\vec{p}_\perp |\Phi_P(\eta, \vec{p}_\perp)|^2 \left[ \frac{z_1^2}{p_1^+} A_{\mu\nu}^1 \delta(q^2 + 2\bar{p}_1 q) + (1 \leftrightarrow 2) \right] + \frac{1}{2} \bar{\Psi}_{\perp P}^*(\eta, \vec{p}_\perp) C_{\mu\nu} \bar{\Psi}_{\perp P}(\eta', \vec{p}'_\perp) \left[ \delta(q + \bar{p}_1 - \bar{p}'_1) + \left( \begin{matrix} \nu & \leftarrow & \mu \\ 1 & \rightarrow & 2 \end{matrix} \right) \right],$$

где

$$|\Phi_P(\eta, \vec{p}_\perp)|^2 = |\Psi_P(\eta, \vec{p}_\perp)|^2 + \frac{1}{2} |\bar{\Psi}_{\perp P}(\eta, \vec{p}_\perp)|^2.$$



В системе отсчета  $P = (M, M, \vec{0}_\perp)$ ,  $q = (\vec{q}^-, q^+, \vec{0}_\perp)$  из формул (11) следует, что структурные функции

$$\overline{W}_1^{(0)}(x, Q^2) = \frac{Q^2}{8\pi\xi} \left[ F\left(\frac{x\xi}{2}\right) + \frac{2(x-1)}{\xi} \int_{\frac{x\xi}{2}}^1 d\alpha F(\alpha) + \frac{4}{\xi^2} \int_{\frac{x\xi}{2}}^1 d\alpha \int_a^1 d\alpha' F(\alpha') \right],$$

$$\sqrt{\overline{W}_2^{(0)}}(x, Q^2) = \frac{MQ^2}{8\pi x\xi(1-\xi/2x)^2} \left[ \frac{(x-1)^2}{2} \xi^2 F\left(\frac{x\xi}{2}\right) + 3(x-1)\xi \int_{\frac{x\xi}{2}}^1 d\alpha F(\alpha) + 6 \int_{\frac{x\xi}{2}}^1 d\alpha \int_a^1 d\alpha' F(\alpha') \right],$$

$$\overline{W}_1^{(0)}(x, Q^2) = \frac{z_1 z_2}{16\pi\xi} \operatorname{Re} \int_{\frac{x\xi}{2}}^1 \frac{d\eta}{(1-\eta)(1-\eta+\xi)} \times \left[ \Psi_M^*(\eta, \vec{p}_\perp^2) b(\eta, \eta-\xi) \Psi_M(\eta-\xi, \vec{p}_\perp^2) + \frac{1}{2} \overline{\Psi}_{\perp M}^*(\eta, \vec{p}_\perp^2) c(\eta, \eta-\xi) \overline{\Psi}_{\perp M}(\eta-\xi, \vec{p}_\perp^2) + \left( \begin{matrix} \eta \leftrightarrow 1-\eta \\ \xi \rightarrow -\xi \end{matrix} \right) \right], \quad (12)$$

$$\sqrt{\overline{W}_2^{(0)}}(x, Q^2) = -\frac{z_1 z_2 MQ^2}{8\pi x\xi(1-\xi/2x)^2} \operatorname{Re} \int_0^1 \eta(\eta-\xi) d\eta \times \left[ \Psi_M^*(\eta, \vec{p}_\perp^2) \Gamma_b(\eta, \eta-\xi) \Psi_M(\eta-\xi, \vec{p}_\perp^2) + \frac{1}{2} \overline{\Psi}_{\perp M}^*(\eta, \vec{p}_\perp^2) \Gamma_c(\eta, \eta-\xi) \overline{\Psi}_{\perp M}(\eta-\xi, \vec{p}_\perp^2) + \left( \begin{matrix} \eta \leftrightarrow 1-\eta \\ \xi \rightarrow -\xi \end{matrix} \right) \right],$$

где использованы следующие обозначения:

$$F(\alpha) = \int_0^1 d\eta [Z_1^2 |\Phi_M(\eta, \vec{p}_\perp^2)|^2 + Z_2^2 |\Phi_M(1-\eta, \vec{p}_\perp^2)|^2],$$

$$b(\eta, \eta') = [\eta(1-\eta) + \eta'(1-\eta')] \vec{p}_\perp^2 - m^2 \xi^2,$$

$$c(\eta, \eta') = [\eta(1-\eta') + \eta'(1-\eta)] \vec{p}_\perp^2, \quad (13)$$

$$\Gamma_b = 1 + \frac{\xi^2 b(\eta, \eta')}{4Q^2 \eta \eta' (1-\eta)(1-\eta')}, \quad \Gamma_c = 1 + \frac{\xi^2 c(\eta, \eta')}{4Q^2 \eta \eta' (1-\eta)(1-\eta')}.$$

При пренебрежении вкладом интерференционных членов соотношения (12) по виду совпадают с результатами, полученными при исследовании структурных функций глубокоэластического рассеяния [6, 7]. Действительно, из релятивистской инвариантности плотностей

вероятности кварков первого и второго сорта в мезоне  $\rho_1(\eta, \vec{p}_\perp^2) = |\Phi_M(\eta, \vec{p}_\perp^2)|^2$  и  $\rho_2(\eta, \vec{p}_\perp^2) = |\Phi_M(1-\eta, \vec{p}_\perp^2)|^2$  следует, что они могут зависеть лишь от скалярных произведений  $p_1 P$  и  $p_2 P$ , т.е.

$$\rho_i = \rho_i \left( \frac{2p_i P}{M^2} \right) = \rho_i \left( \eta_i + \frac{\vec{p}_\perp^2 + m^2}{\eta_i M^2} \right), \quad \eta_1 = \eta, \quad \eta_2 = 1-\eta. \quad (14)$$

Учитывая эту зависимость в формулах (12), можем привести их к виду (так же, как и в [6,7], мы пренебрегаем массами кварков)

$$2\overline{W}_1^{(0)}(x, Q^2) = \frac{x}{2\Omega} H(\xi) + \frac{M^2}{Q^2} \frac{x^2}{\Omega^2} \int_{\xi}^{1+\kappa} d\alpha H(\alpha) + \frac{2M^4}{Q^4} \frac{x^3}{\Omega^3} \int_{\xi}^{1+\kappa} d\alpha \int_a^{1+\kappa} d\alpha' H(\alpha'),$$

$$\frac{2\gamma}{M^2} \overline{W}_2^{(0)}(x, Q^2) = \frac{x^2}{\Omega^3} H(\xi) + \frac{6M^2}{Q^2} \frac{x^3}{\Omega^4} \int_{\xi}^{1+\kappa} d\alpha H(\alpha) + \frac{12M^4}{Q^4} \frac{x^4}{\Omega^5} \int_{\xi}^{1+\kappa} d\alpha \int_a^{1+\kappa} d\alpha' H(\alpha'), \quad (15)$$

где

$$H(\xi) = \frac{M^2}{2\pi} \int_{\xi}^{1+\kappa} d\alpha [Z_1^2 \rho_1(\alpha) + Z_2^2 \rho_2(\alpha)], \quad \kappa = \frac{(1-\xi)Q^2}{\xi^2 M^2},$$

$$\Omega = \frac{2x}{\xi} - 1 = \sqrt{1 + \frac{4M^2 x^2}{Q^2}}.$$

Следует отметить, что совпадение вида структурных функций глубокоэластического рассеяния на мезоне (15) и на протоне [6, 7] связано с тем, что в импульсном приближении тензорная структура  $W_{\mu\nu}$  в пренебрежении интерференционными членами определяется лишь диаграммой комптоновского рассеяния на одном из кварков, а вклад остальных невзаимодействующих кварков факторизуется независимо от их общего числа.

Предполагая теперь, что квазипотенциальная волновая функция  $\Phi_M(\eta, \vec{p}_\perp^2)$  имеет следующее пороговое поведение при  $\eta \rightarrow 0$  и  $\eta \rightarrow 1$  [7-10]

$$\Phi_M(\eta, \vec{p}_\perp^2) \sim [\eta(1-\eta)]^\beta, \quad (16)$$

из (12) легко получить, что при  $x \rightarrow 1$

$$\overline{W}_1^{(0)} \sim \sqrt{\overline{W}_2^{(0)}} \sim (1-x)^{2\beta+1} \quad (17)$$

Если в формулах (11) воспользоваться приближением, соответствующим партонной модели, то

$$\overline{W}_1^{(0)}(x) = \frac{1}{2(2\pi)^2} \int d\vec{p}_\perp [Z_1^2 |\Phi_M(x, \vec{p}_\perp^2)|^2 + Z_2^2 |\Phi_M(1-x, \vec{p}_\perp^2)|^2], \quad (18)$$

$$\sqrt{\overline{W}_2^{(0)}}(x) = 2Mx \overline{W}_1^{(0)}(x). \quad (19)$$

Таким образом, при учете спинов составляющих кварков формулы (12) дают искомые выражения для структурных функций через квазипотенциальные волновые функции псевдоскалярного мезона, причем в глубоконеупругой области из них следует скейлинговое поведение (18) и соотношение Каллана—Гросса (19). Помимо этого, аналогично [4], выполняется следующее правило сумм:

$$\int_0^1 \frac{\sqrt{W_2^{(0)}}(x)}{6Mx} dx = Z_1^2 + Z_2^2 \quad (20)$$

Мы благодарны Н. А. Гулневу, В. Г. Кадышевскому, В. А. Матвееву, А. В. Радюшкину, И. К. Соболеву и К. Г. Четыркину за полезные обсуждения.

#### Литература

1. Атакишнев Н. М., Мир-Касимов Р. М., Нагиев Ш. М. ТМФ, 32, 34, 1977. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук. № 2, 15, 1977; № 1, 8, 1979; Journ. of Phys., G 4, 1201, 1978. 2. Logunov A. A., Tavkhelidze A. N. Nuovo Cim., 29, 380, 1963; Кадышевский В. Г., Тавхелидзе А. Н. в сб. „Проблемы теоретической физики“, посвященном Н. Н. Боголюбову в связи с его 60-летием. Наука, 1963. 3. Гарсеванишвили В. Р. и др. ТМФ, 23, 310, 1975; Хелашвили А. А. Препринт ОИЯИ Р2—8750. Дубна, 1975. 4. Атакишнев Н. М., Мир-Касимов Р. М., Нагиев Ш. М. Препринт ОИЯИ Р2—80—635. Дубна, 1980. 5. Матвеев В. А., Соболев И. К. Препринт ОИЯИ Р2—80—742. Дубна, 1980. 6. Georgi H., Politzer H. D. Phys. Rev., D14, 1829, 1976. 7. Chetyrkin K. G., Krasnikov N. V., Tavkhelidze A. N. Neutrino 77. Proc. of the Int. conf. on neutrino physics and neutrino astrophysics. Baksan valley, 18—24 June, 1977, v. 2. Moscow, 1978. 8. Leutwyler H. Nucl. Phys., B76, 413, 1974. 9. Терентьев М. В., ЯФ, 24, 207, 1976. 10. Карманов В. А. ЖЭТФ, 71, 389, 1976; 76, 1884, 1979.

Институт физики

Поступило 16. III 1981

Н. М. Атакишнев, Р. М. Миргасимов, Ш. М. Нагиев

#### ИШИГ КОНУСУ ҮЗЭРИНДЭ КВАЗИПОТЕНЦИАЛ МЕТОДУ ДАХИЛИНДЭ МЕЗОНЛАРЫН ГУРУЛУШ ФУНКЦИЈАЛАРЫ

Мәгәләдә садә модел үчүн гурулуш функцијаларының сәрһәд дәвранышы тәдгиг едилмишир. Кварк-антикварк бағлы һаллары кими бахылан псевдоскалар мезонларын гурулуш функцијалары ишиг чәбһәси дәјишәнләриндә јазылмыш ујғун квазипотенциал дәлгә функцијалары илә ифадә едилмишир. Иәјәчанлашма нәзәријәсини ашагы тәртибиндә бу ифадәнин нүвәси һесаблинмышдыр. Алынган дүстур партон јакындашмасында скейлинг дәвранышы бүрүзә верир.

N. M. Atakishiyev, R. M. Mir-Kasimov, Sh. M. Nagiyev

#### MESONS STRUCTURE FUNCTIONS IN THE QUASI-POTENTIAL APPROACH ON THE LIGHT CONE

Structure functions of the pseudo-scalar mesons, considered as bound states of the quark—antiquark, are expressed through the corresponding quasi-potential wave functions in the light front variables. The kernel of the obtained formula, exhibiting the scaling behaviour in the parton approximation, is explicitly calculated in the lowest order of perturbation theory. For a simple model the threshold behaviour of the structure functions is investigated.

УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

М. А. МЕХТНЕВ, В. А. КАЛИНА

#### О ПОСЛЕВОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ХОЛЛА МАТЕРИАЛОВ ТИПА HgTe

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

Исследуя гальваномагнитные свойства чистых образцов HgTe под гидростатическим давлением до 7 катм, авторы [1] обнаружили интересную особенность полевой зависимости коэффициента Холла  $R_H$ : при  $T = 4,2$  К и нормальном давлении  $R_H$  почти не зависит от величины магнитного поля во всем интервале его значений  $0,1 \leq H \leq 14000$  Гс, в то время как при давлении порядка 7 катм с ростом поля в тех же пределах он уменьшался примерно в 7 раз.

Причиной указанной особенности  $R_H$ , как было показано в [2], могло быть влияние существующих в HgTe квазилокальных акцепторных уровней с энергией 0,7 мэв на кинетические свойства этих материалов. Согласно оценке, приведенной в [2], при давлении порядка 7 катм энергия этих уровней оказывается близкой к энергии Ферми  $\epsilon_F$ , отвечающей тому же давлению. Вследствие этого основной механизм рассеивания электронов должен смениться, и в качестве такового теперь будет выступать механизм резонансного рассеивания электронов на квазилокальных акцепторных уровнях.

Пользуясь выражением для времени релаксации  $\tau(\epsilon)$ , связанным с данным механизмом рассеивания [3], в [2] были вычислены все основные кинетические коэффициенты. Но их окончательные формулы получены лишь при условии сильного вырождения электронного газа ( $k_B T \ll \epsilon_F$ ) и только для предельно слабых ( $\Omega\tau \ll 1$ ) и классически сильных ( $\Omega\tau \gg 1$ ) магнитных полей. Это, во-первых, не совсем соответствовало экспериментальной ситуации работы [1], где температура была  $T = 4,2$  К, а энергия Ферми—порядка 20 К, и, во-вторых, не позволяло провести более полное сравнение теоретической и экспериментальной зависимостей  $R_H$  от магнитного поля  $H$ .

В настоящей работе для приведения такого сравнения значения коэффициента Холла вычисляются с помощью ЭВМ, исходя из точного выражения

$$R_H = - \frac{\sigma_{12}}{H(\sigma_{11}^2 + \sigma_{12}^2)}, \quad (1)$$

где  $H$ —напряженность магнитного поля, а  $\sigma_{11}$  и  $\sigma_{12}$ —компоненты тензора проводимости, определяемые через время релаксации электронов

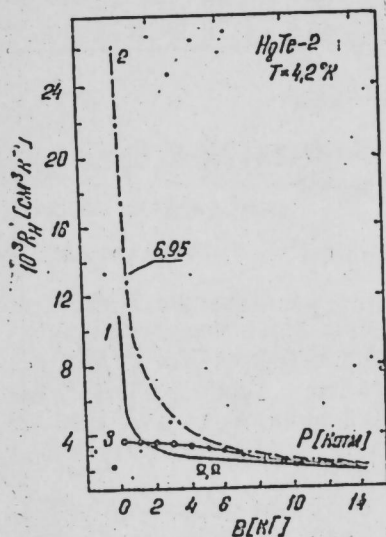
$$\tau(\epsilon) = \frac{m_h^3}{8\sqrt{2}\pi h^2 m_e^{3/2} N_a} \frac{(\sqrt{\epsilon} - V_{\epsilon_a})^2 + \left(\frac{m_e}{m_h}\right)^2}{\sqrt{\epsilon}} \quad (2)$$

по известным формулам кинетики [4].



Здесь  $h$  — постоянная Планка,  $m_e$  и  $m_h$  — эффективные массы электронов и тяжелых дырок,  $N_a$  — концентрация акцепторов,  $e_a$  — энергия квазилокального акцепторного уровня.

Известно, что при нормальном давлении эффективные массы электронов и тяжелых дырок имеют величины  $m_e \approx 0,028 \cdot m_0$  и  $m_h \approx 0,4 \times$



Зависимость коэффициента Холла от магнитного поля

$\times m_0$ . При давлении порядка 7 катм  $m_e$  уменьшается до значения  $0,0215 \cdot m_0$ , а  $m_h$  — остается неизменной. Значение энергии Ферми  $e_F \approx 3,1$  мэв при температуре  $T = 4,2$  К выбирается из условия совпадения теоретического значения коэффициента Холла в сильных магнитных полях с его экспериментальными значениями  $R \approx 2,5 \cdot 10^3$  [см<sup>3</sup>·К<sup>-1</sup>] для образца при нормальном давлении.

Результаты расчета и эксперимента представляются графически на рисунке: кр. 1 — соответствует расчету при  $N_a = 4 \cdot 10^{15}$  см<sup>-3</sup>; 2 и 3 — эксперименту при давлении порядка 7 катм и при нормальном давлении соответственно.

Отметим, что изменение концентрации акцепторов в пределах от  $2,5 \cdot 10^{14}$  см<sup>-3</sup> до  $4 \cdot 10^{15}$  см<sup>-3</sup> существенно не влияет на теоретические значения коэффициента Холла.

Как видно из рисунка, теоретическая и экспериментальная зависимости  $R_H$  от магнитного поля качественно согласуются между собой. Однако при всех значениях  $H$  результаты теории существенно отличаются от эксперимента.

Одна из возможных причин такого расхождения, на наш взгляд, может быть связана с тем, что в действительности в кристалле вместо отдельных уровней возникает целая квазилокальная зона.

Теории, учитывающей влияние такой зоны на кинетические свойства материалов, в настоящее время не существует. Этому вопросу необходимо посвятить отдельное исследование.

В заключение выражаем благодарность Ю. М. Сеидову, Ф. М. Гашимзаде, Э. Ю. Салаеву и другим участникам теоретического семинара Института физики АН Азерб. ССР за ценные замечания при обсуждении результатов данной работы.

#### Литература

1. Stankiewicz J. and Girit W. Phys. Rev., 13, 665—672, 1976.
2. Mekhtiev M. A. and Mustafaev N. B. Phys. Stat. Sol., 98, 45—57, 1980.
3. Mekhtiev M. A. and Seid-Rzaeva S. M. Phys. Stat. Sol., 87, 447—454, 1978.
4. Аскеров Б. М. Кинетические эффекты в полупроводниках, 66—70, 94—112, 1970

Институт физики АН Азерб. ССР

Поступило 27. V 1981

М. Э. Мехдиев, В. А. Калина

#### HgTe-ТИПЛИ МАТЕРИАЛЛАРДА ҺОЛЛ ЭМСАЛЫНЫН МАГНИТ САҺЭСИНДЭН АСЫЛЫЛЫҒЫ

Мәгаләдә квазилокал акцептор сәвијәләриндән сәпилмә механизми әсасында Һолл әмсалынын магнит саҺәсиндән асылылығы өјрәнилмишдир. Алынмыш нәтижәнин кеј-фијјәтчә експериментал асылылығы ујғунлуғу мүәјјән едилмишдир [1].

М. А. Mekhtiev, V. A. Kalina

#### ON HALL COEFFICIENT FIELD DEPENDENCE OF HgTe-TYPE MATERIALS

The paper deals with the field dependence calculation of Hall coefficient  $R_H$  taking into account the mechanism of resonant scattering on quasi-local acceptor levels.

It has been shown that this calculation results were in a good qualitative agreement with experimental data [1].

УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Н. А. ИБРАГИМОВ, М. Ш. МАМЕДОВ, Р. Г. ГАСАНОВ

**ВЛИЯНИЕ ОДНООСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОКРИСТАЛЛОВ  $Cu_{2-x}S$  ( $0 \leq X \leq 0,27$ ) ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

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

Изучение электрофизических свойств полупроводников при одноосной деформации является одним из важных методов исследования ряда особенностей зонной структуры [1]. Представляет значительный интерес изучение влияния одноосной деформации на электропроводность  $\sigma$  при различных температурах.

Как уже указывалось в работах [2-5], механические и электрофизические свойства как поли-, так и монокристаллических образцов  $Cu_{2-x}S$  и  $Cu_{2-x}Se$  почти не изучены в случае одноосной деформации при различных температурах. В работе [2] исследованы электрофизические свойства поликристаллического сульфида меди при комнат-

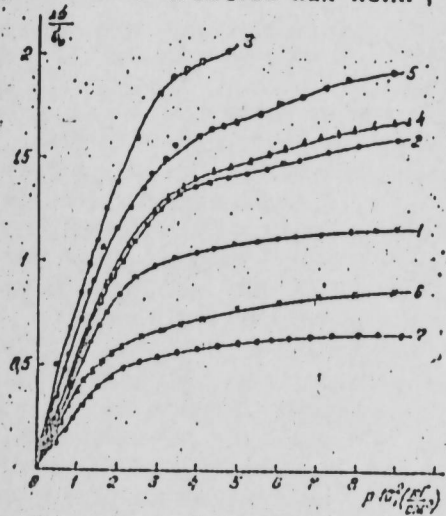


Рис. 1. Зависимость относительного изменения проводимости от давления: 1—20°C; 2—50°C; 3—100°C; 4—110°C; 5—200°C; 6—300°C; 7—400°C

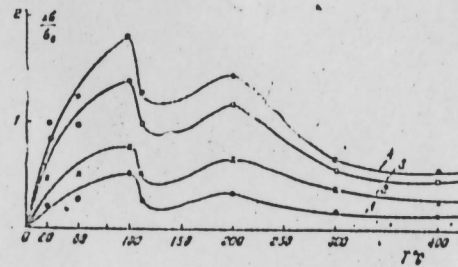


Рис. 2. Зависимость относительного изменения электропроводности от температуры: 1— $P=50$  кг/см<sup>2</sup>; 2— $P=100$  кг/см<sup>2</sup>; 3— $P=200$  кг/см<sup>2</sup>; 4— $P=300$  кг/см<sup>2</sup>.

ной температуре, а в работе [3]—механические свойства соединений  $Cu_2S$  и  $Cu_2Se$  при различных температурах. Электрофизические свойства поликристаллических образцов соединения  $Cu_2S$  при одноосной деформации при различных температурах исследованы в работе [4]. В работе [5] изучены механические свойства монокристаллов  $Cu_{2-x}S$  ( $0 < X < 0,27$ ).

В настоящей работе приводятся результаты исследования влияния одноосного сжатия до 1000 кг/см<sup>2</sup> на электропроводность монокрис-

таллов  $Cu_{2-x}S$  ( $0 \leq X \leq 0,27$ ) при различных температурах. Из зависимости  $\ln \sigma$  от  $1/T$  найдено, что в интервале температур 20—400°C проводимость собственная. Из наклона найдено, что  $E_g = 1,74$  эВ. На рис. 1 показана зависимость  $\frac{\Delta \sigma}{\sigma_0}$  от давления при различных температурах.

Как видно из кривых, характер изменения  $\frac{\Delta \sigma}{\sigma_0}$  от давления

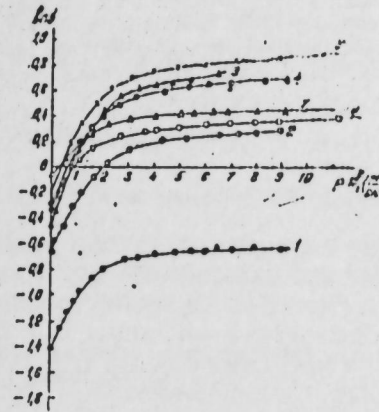


Рис. 3. Зависимость  $\ln \sigma$  от давления: 1—20°C; 2—50°C; 3—100°C; 4—110°C; 5—200°C; 6—300°C; 7—400°C

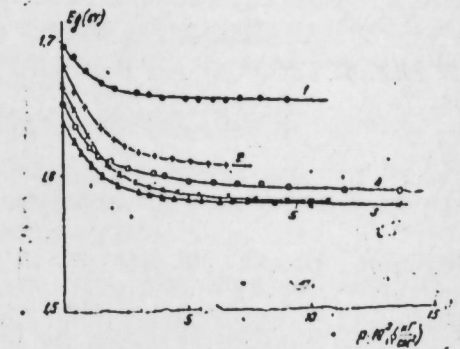


Рис. 4. Зависимость ширины запрещенной зоны от давления: 1—20°C; 2—100°C; 3—200°C; 4—300°C; 5—400°C

при различных температурах почти одинаков. В начальной стадии  $\frac{\Delta \sigma}{\sigma_0}$  резко возрастает, после чего почти насыщается. На рис. 2 построена зависимость  $\frac{\Delta \sigma}{\sigma_0}$  от температуры для различных давлений. Как

видно из кривых, до температуры 100°C  $\frac{\Delta \sigma}{\sigma_0}$  увеличивается, а при дальнейшем увеличении давления уменьшается. Такая зависимость наблюдалась и для поликристаллических образцов [4]. Как указывалось в работе [4], такой ход кривых, по-видимому, связан с фазовым переходом, который имеет место при температурах 100—110°C. На рис. 3 построена зависимость  $\ln \sigma$  от давления для различных температур. Из наклона кривых найдено  $\frac{dE_g}{dP} = -2kT \frac{d(\ln \sigma)}{dP}$ . Значения  $\frac{dE_g}{dP}$  в области давлений (2+15) кг/см<sup>2</sup> представлены в таблице.

$t, ^\circ C$	20	50	100	110	200	300	400
$\frac{dE_g}{dP} \cdot 10^{-4}, \left( \frac{\text{ЭВ}}{\text{кг/см}^2} \right)$	-0,061	-0,11	-0,26	-0,13	-1,75	-0,12	-0,078

Таким образом, как видно из экспериментальных данных коэффициент давления ширины запрещенной зоны зависит от температуры и давления.



На основании экспериментальных данных на рис. 4 представлено изменение ширины запрещенной зоны от давления для различных температур. Здесь наблюдается такая же зависимость, как и для поликристаллических образцов [4].

#### Литература

1. Бир Г. П., Пикус Г. Е. Симметрия и деформационные эффекты в полупроводниках. Изд.—«Наука». М., 1972. 2. Ибрагимов Н. А., Мамедов М. Ш., Хакимов К. «Изв. физ.-тех. и матем. наук», № 1, стр. 66, 1978. 3. Ибрагимов Н. А., Мамедов М. Ш., Хакимов К. «ДАН Азерб. ССР», № 3, стр. 24, 1979. 4. Ибрагимов Н. А., Мамедов М. Ш., Хакимов К. «Дан Азерб. ССР», т XXXV, № 4, стр. 23, 1979.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 6. IV 1981

Н. Ә. Ибраһимов, М. Ш. Мәммәдов, Р. Һ. Һәсәнов

#### МУХТӘЛИФ ТЕМПЕРАТУРЛАРДА БИРОХЛУ ДЕФОРМАСИЯЛАРЫН Cu<sub>2-x</sub>S (0 < x < 0,27) МОНОКРИСТАЛЫНЫН ЕЛЕКТРОФИЗИКИ ХАССӘЛӘРИНӘ ТӘСИРИ

Мәгаләдә 20 ÷ 400°C температур интервалында бирохлу сыхма деформасиясынын, Cu<sub>2-x</sub>S бирләшмәсинин электрик кечиричилишинә тәсири өҗрәниллишидир. Р тәҗиги [001] истигамәтинә паралел тәтбиг едиллишидир.

Кәстәриллишидир ки, 20 ÷ 400°C интервалында Cu<sub>2-x</sub>S бирләшмәси мәхсуси кечиричилижә маликдир вә  $E_g = 1,74$  eВ-дир.

Гадаган олуимуш золагын тәҗиг әмсалы  $\frac{dE_g}{dP}$  тәҗиги едиләрәк, кәстәриллишидир и, температурун дәҗишмәси илә о да дәҗишир.

N. A. Ibragimov, M. Sh. Mamedov, R. G. Gasanov

#### EFFECT OF UNIAXIAL DEFORMATION ON ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF Cu<sub>2-x</sub>S (0 < x < 0.27) SINGLE CRYSTALS AT DIFFERENT TEMPERATURES

The results of investigation of effect of the uniaxial compression (up to 1500 kG/cm<sup>2</sup>) on electroconductivity of Cu<sub>2-x</sub>S (0 < x < 0.27) have been given in the temperature range of 20 ÷ 400°C. The pressure was applied in [001] orientation.

It is shown that in the given temperature range the conductivity of Cu<sub>2-x</sub>S is proper with  $E_g = 1.74$  eV. The pressure coefficient of  $E_g$ ,  $dE_g/dP$  has been obtained.

УДК 621.315.592

РАДИАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ  
В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Ф. А. ЗАИТОВ, Л. М. БОНАКОВА, Ф. К. ИСАЕВ, И. И. ХЛЕБНИКОВА

#### ВЛИЯНИЕ ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ НА СВОЙСТВА ДИФФУЗИОННЫХ P—n-ПЕРЕХОДОВ НА ОСНОВЕ JnSb

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

Исследовалось влияние гамма-облучения на элементы с диффузионными p—n-переходами, имеющими различное покрытие из пленки анодного окисла (АОП),

Облучение p—n-переходов с покрытием из пленки анодного окисла (АОП) и окиси кремния (SiO) дозой 10 p привело к полной потере чувствительности к ИК-излучению (фоточувствительность данных p—n-переходов находится в ИК-диапазоне спектра) и линейному виду ВАХ (вольт-амперной характеристики) рис. 1, кр. 2. Малые величины гамма-дозы не влияют на объемные свойства n- и p-областей. Следовательно, наблюдаемые изменения свойств p—n-переходов происходят за счет процессов на поверхности.

При исследовании приборов с n—p-переходами на основе кремния с реальной поверхностью и с пленкой на поверхности общепринято [1], что изменение параметров приборов при гамма-облучении малыми дозами происходит по двум основным причинам. Во-первых, при осаждении ионизированных атомов газов атмосферы на поверхности; во-вторых за счет процессов ионизации в диэлектрическом покрытии.

Все исследования данных p—n-переходов проводятся при температуре жидкого азота (77°K), для этого p—n-переходы помещали сначала в капсулы с сухим азотом (наиболее нейтральная атмосфера), а затем в вакуумированный сосуд с окном из сапфира, чтобы измерить фоточувствительность.

Исследуемые p—n-переходы находились в атмосфере сухого азота. Чтобы определить степень влияния ионизации азота, проводилось облучение их в вакууме. В результате облучения дозой 10 p были получены такие же результаты как и раньше в атмосфере сухого азота. Поэтому ионизация газа атмосферы не оказывает влияния на свойства p—n-переходов на основе JnSb с покрытием из АОП+SiO.

Проведем анализ ВАХ после облучения. Такое же изменение ВАХ, как и на рис. 1, было получено в работе [2].

При исследовании влияния напряжения на управляющем электроде кремниевых диодов авторы [2] определили возникновение туннелирования в приповерхностной области p—n-перехода. Следовательно, облучение гамма-квантами исследуемых переходов привело к возникновению туннельного механизма переноса тока. Условием туннельного вида ВАХ является наличие вырожденных p—n-областей. В диф-

фузионных  $p-n$ -переходах  $p$ -область с концентрацией основных носителей  $10^{18} \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$  вырождена, так как концентрация начала вырождения при температуре  $77^\circ\text{K}$  составляет  $1,1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ .  $n$ -область с концентрацией электронов  $10^{15}$  близка к вырождению, которому соответствует концентрация  $1,9 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$  при  $77^\circ\text{K}$ . Концентрации электронов в  $n$ -области недостаточны для возникновения туннельного эффекта в  $p-n$ -переходе. ВАХ исходных  $p-n$ -переходов имеет обычный

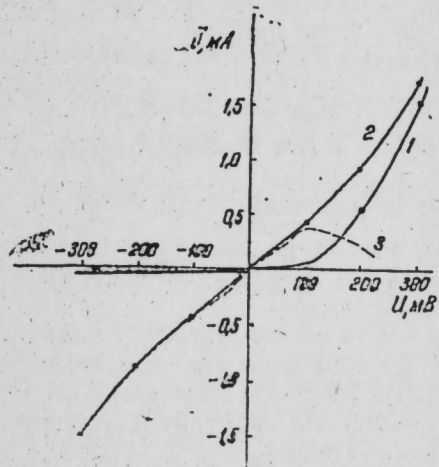


Рис. 1. Вольт-амперная характеристика  $p-n$ -перехода с покрытием АОП+SiO до облучения (1) и после гамма-облучения дозой  $10 \text{ p}$ . (2), 3—разность кр. 2 и 1.

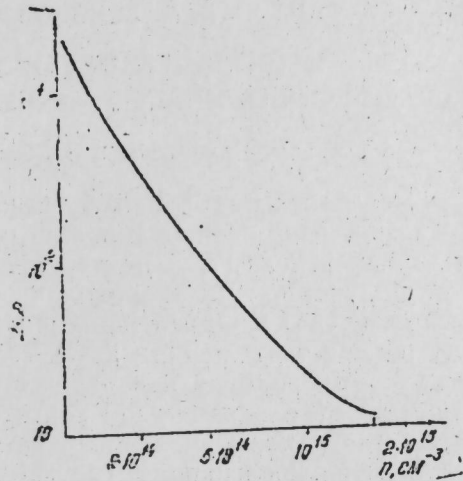


Рис. 2. Зависимость дозы срыва чувствительности от концентрации электронов в  $n$ -области  $p-n$ -перехода.

вид (рис. 1, кр. 1). По всей видимости, изменения ВАХ при облучении будут связаны с явлениями, происходящими на поверхности. Для объяснения процессов в  $p-n$ -переходах проводилось дополнительно облучение МДП (металл-диэлектрик-полупроводник)-структур и измерения вольт-емкостных ( $c-V$ ) характеристик, которые показывали, на сколько изменяется заряд в диэлектрической пленке  $p-n$ -перехода и что происходит в приповерхностной области  $p-n$ -перехода.

Исследуемые структуры состоят из металла алюминия, полупроводника  $n$ -типа и диэлектрика АОП+SiO. В результате облучения дозой  $10 \text{ p}$  положительный заряд в диэлектрике возрос от  $1,63 \cdot 10^{11}$  до  $3,48 \cdot 10^{11} \text{ эв}^{-1} \text{ см}^{-2}$ . Это привело к усилению обогащения электронами приповерхностной области полупроводников  $\text{JnSb}-n$ -типа. Увеличение концентрации основных носителей в приповерхностной области приводит к вырождению  $n$ -слоя, сужению  $p-n$ -перехода в этом районе и возникновению условий туннелирования. Эквивалентную электрическую схему облученного  $p-n$ -перехода можно представить в виде двух параллельно включенных переходов. Первый из них—обычный, имеющий ВАХ необлученного перехода, второй переход—с туннельным механизмом переноса тока. Таким образом, ток ВАХ облученного перехода является суммой токов обычного и туннельного переходов. Отсюда определяется ВАХ туннельного диода (рис. 1, кр.

3), на которой хорошо виден туннельный ток, при этом диффузионный ток, при  $u > 250 \text{ мВ}$  совпадал с током обычного (необлученного) перехода.

Облучение  $p-n$ -переходов с меньшей концентрацией электронов в  $n$ -области также приводит к туннельному виду ВАХ, но при больших дозах, что подтверждает правильность интерпретации происходящих процессов. Срыв сигнала также происходит при больших дозах. На рис. 2 приведена зависимость дозы, при которой исчезает сигнал, от концентрации основных носителей тока в  $n$ -области  $p-n$ -перехода. У таких  $p-n$ -переходов при малых дозах, когда не происходит срыва сигнала, в процессе и после облучения обратный ток ВАХ уменьшается. Это также связано с обогащением приповерхностного слоя  $n$ -области и сужением  $p-n$ -перехода. С ростом  $\gamma$ -дозы, очевидно, положительный заряд в диэлектрической пленке увеличивается. До определенной величины заряда свойства  $p-n$ -переходов улучшаются:  $J_{\text{обр}}$  уменьшается. С дальнейшим ростом заряда  $p-n$ -переходы полностью теряют свои свойства, так как „загораживаются по поверхности“.

Принципиальная схема процессов, происходящих в наиболее исследованной системе Si-SiO<sub>2</sub> при облучении, представляется следующим образом. Гамма-облучение образует электронно-дырочные пары в диэлектрике. В зависимости от типа ловушек в нем, от подвижности электронов и дырок будет происходить перезарядка ловушек, и соответственно, изменение заряда в диэлектрике. Модель процессов, происходящих в системе при облучении, может быть в некоторой степени приемлема и для системы АОП+JnSb.

Тот факт, что с уменьшением концентрации электронов в  $n$ -области требуются большие дозы для изменения свойств  $p-n$ -переходов свидетельствует о том, что происходит накопление заряда в диэлектрике, так как с уменьшением концентрации электронов понадобится больший заряд в пленке для обогащения приповерхностной области, чтобы создать в ней вырождение. Процессу накопления заряда способствуют имеющиеся в АОП ловушки [3].

При проведенных экспериментах можно выделить основные причины изменения свойств диффузионных  $p-n$ -переходов в результате облучения:

- близость  $n$ -области к вырождению;
- наличие вырожденной  $p$ -области;
- увеличение обогащения приповерхностного слоя  $n$ -области за счет возрастания положительного заряда в диэлектрическом покрытии.

Диффузионные  $p-n$ -переходы с покрытием из АОП+SiO весьма чувствительны к действию гамма-облучения.

В результате облучения гамма-квантами дозой  $10 \text{ p}$   $p-n$ -переходов с покрытием из АОП+SiO+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> происходит изменение ВАХ (рис. 3): обратный ток падает, коэффициент  $\beta$  уменьшается от 2,6 до 1,5, динамическое сопротивление в нуле ( $R_g$ ) возрастает в 2,5 раза. При  $10^2 \text{ p}$   $R_g$  остается на том же уровне. После дозы  $10^3 \text{ p}$  приближается к исходному значению и нестабильно во времени. Через 7 дней  $\beta$  достигает первоначального значения,  $R_g$  падает на два порядка. На рис. 3 кривые не проходят через 0, так как  $p-n$ -переходы из JnSb чувствительны к окружающему фону, в формуле это  $J_{\text{ф}}$ .

Коэффициент  $\beta$  входит в уравнение тока через  $p-n$ -переход

$$J = J_0 \left[ \exp \left( \frac{qu}{\beta kT} \right) - 1 \right] + \frac{u}{R_s} - J_{\text{ф}}$$



Для диффузионного механизма переноса тока через переход  $\beta=1$ .  
Для генерационно-рекомбинационного механизма  $\beta=2$ .

При  $2 < \beta < 4$  — перенос тока определяется процессами генерации и рекомбинации в приповерхностной области  $p-n$ -перехода, образованием канала поверхностной проводимости.

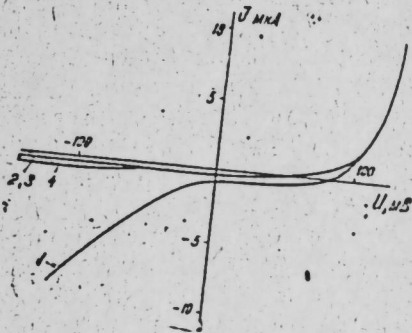


Рис. 3. Вольт-амперная характеристика  $p-n$ -перехода с покрытием из АОП+SiO+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> до облучения (1), после дозы 10<sup>2</sup> p (2), 10<sup>3</sup> p (3) и 10<sup>4</sup> p (4).

Канал увеличивает площадь перехода и соответственно ток через него.

В формуле  $J(U) R_s$  — сопротивление утечки,

$R_g$  — динамическое сопротивление  $\frac{dJ}{du} = \frac{1}{R_g} = \frac{\beta kT}{qJ_0} + \frac{1}{R_s}$  при нулевом смещении на переходе.

Прежде чем анализировать изменение ВАХ, приведем результаты облучения МДП-структур с трехслойным диэлектриком. До облучения положительный заряд в диэлектрике составлял  $1,68 \cdot 10^{12}$  эв<sup>-1</sup> см<sup>-2</sup>. Облучение дозами 10 и 10<sup>2</sup> p постепенно снизило величину заряда соответственно до  $1,09 \cdot 10^{12}$  и  $6,83 \cdot 10^{11}$  эв<sup>-1</sup> см<sup>-2</sup>.

Дальнейшее облучение дозой 10<sup>3</sup> p привело к изменению знака и величины заряда, которая составляла  $-1,29 \cdot 10^{11}$  эв<sup>-1</sup> см<sup>-2</sup>. ВАХ  $p-n$ -перехода перед облучением имел большой обратный ток, скорее всего являющийся туннельной составляющей тока через  $p-n$ -переход, как мы наблюдали ранее на ВАХ облученного диффузионного  $p-n$ -перехода с покрытием АОП+SiO (рис. 1, кр. 2). Туннелирование в приповерхностной области  $p-n$ -перехода связано с большой величиной положительного заряда в пленке. Уменьшение заряда после 10 p исключило туннельную составляющую, благодаря чему обратный ток  $J_T$  значительно уменьшился. На том же уровне  $J_T$  остается после дозы 10<sup>2</sup> p. Возрастание  $J_T$  в результате облучения дозой 10<sup>3</sup> p становится закономерным, принимая во внимание изменение знака заряда в пленке. Отрицательный заряд привел к обеднению приповерхностной области  $n$ -слоя и увеличению ширины  $p-n$ -перехода. Обратный ток при этом увеличивается за счет роста генерационной составляющей тока у поверхности.

Изменение ВАХ и заряда в пленке отражается на поведении  $R_g$ .  $R_g$  определяется изменением  $\beta$  и  $R_s$  [4]. При уменьшении  $\beta$  и возрастании  $R_s$  происходит увеличение  $R_g$ . Изменение свойств  $p-n$ -перехода во времени свидетельствует о протекании медленных процессов в диэлектрике, вызванных радиацией.

Таким образом, в отличие от диэлектрика АОП+SiO в трехслойном покрытии из АОП+SiO+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> происходит уменьшение положи-

тельного заряда в пленке, за счет чего изменяется характер поведения изменения свойств  $p-n$ -перехода при облучении.

Гамма-облучение  $p-n$ -переходов с покрытием из SiON+SiO<sub>2</sub> приводит только к уменьшению  $R_g$ , связанное с уменьшением сопротивления.

Напряжение начала пробоя  $p-n$ -перехода уменьшается с ростом дозы. Такое явление происходит за счет обогащения приповерхностной области  $n$ -слоя. В отличие от покрытия АОП+SiO в данном случае, по-видимому, процесс обогащения происходит с меньшей скоростью. Замена АОП на SiON значительно уменьшает чувствительность  $p-n$ -переходов к гамма-облучению.

Проведенные исследования диффузионных  $p-n$ -переходов на основе InSb показали, что покрытие из АОП+SiO, независимо от режима роста АОП приводит к низкой чувствительности к облучению. Добавление пленки Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и замена АОП на SiON позволяет изменить или замедлить происходящие процессы в диэлектрике и понизить чувствительность  $p-n$ -переходов к облучению.

#### Литература

1. Митчел Дж., Уилсон Д. Поверхностные эффекты в полупроводниковых приборах, вызванные реакцией. Атомиздат. М., 1970.
2. Grove A. S. and Fitzgerald D. J. The Origin of Channel Currents Associated with P<sup>+</sup> Regions in Silicon. IEEE Transactions on El. Dev; 1965, V. ED-12, № 12, 619—626.
3. Hung R. Y. Surface Study of Anodized Indium Antimonide. J. Appl. Phys., 1970, v. 41, № 25, 2185—2189.
4. Marjaling Y. Propriétés électriques des jonctions de [InSb] (p-n). Compt. Rend. Acad. Sci., 1960, v. 250, № 22, p. 3603—3606.

АМИ им. Н. Нариманова

Поступило 18. VI 1981

Ф. А. Забидов, Л. М. Бошаква, Ф. К. Исаяев ва И. И. Хлебникова

#### {InSb} ЭСАСЫНДА ЈАРАНАН ДИФФУЗ—p-n-КЕЧИДЛЭРИНИН ХАССЭЛЭРИНЭ ГАММА ШҮАЛАНМАНЫН ТЭСИРИ

Мэгалэдэ мүхтэлиф анод оксид тэбэгэ (АОТ) өртүжүнэ малик InSb эсасында жаранан  $p-n$ -кечидлэринин волтапер характеристикасына гамма шүаларынын тэспиринэ бахылмышдыр. InSb эсасында жаранан диффуз  $p-n$ -кечидлэринин тэдгиги көстөрмшдир ки, АОТ+SiO-дан олан өртүк АОТ-ин бөжүмэ режиминдэн асылы ол-мајараг, шүаланмаја хассасыгы азалдыр. Јакин Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> тэбэгэсинин элава олуимасы ва АОТ-инин SiON илэ эвэз едилмэси диэлектрикдэ кедэн просеслэри дэјиншдирмэјэ ва Јахуд онларын сүр'этинин ендиримэсинэ, һэм дэ  $p-n$ -кечидлэринин шүаланмаја хассасыгынын азалдылмасына имкан верир.

F. A. Zaitov, L. M. Bonakova, F. K. Isayev, I. I. Khlebnikova

#### THE $\gamma$ -IRRADIATION EFFECT ON PROPERTIES OF DIFFUSIONAL $p-n$ -JUNCTIONS ON THE BASE OF InSb

The  $\gamma$ -irradiation effect on current-voltage characteristics of indium antimonide  $p-n$ -junctions with different surfacings was investigated.

The investigations have showed that cover from AOF (anode-oxidic film)+SiO independently on AOF obtaining regime leads to the low irradiation sensitivity. The Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> film adding and substitution of AOF for SiON allow to change or lower processes in insulator and obtain low irradiation sensitivity of  $p-n$ -junctions.



УДК. 535.37

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Чл.-корр. АН Азерб. ССР Э. Ю. САЛАЕВ, Р. А. ДЖАФАРОВА,  
Т. Д. АЛИЕВА, Ф. Г. АЛИЕВ

### ЭКСИТОННЫЕ СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ БРОМИДОВ ПРОПИЛЗАМЕЩЕННЫХ АММОНИЯ

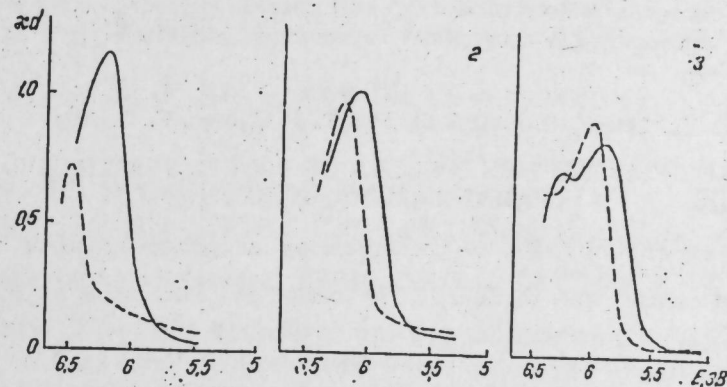
В последние годы интенсивно исследуется собственное поглощение и излучение галогенидов алкиламмония (ГАА)—аналогов хорошо изученных щелочногалонидных и аммонийногалонидных кристаллов (ЩГК и АГК) [1, 2, 3]. Имеющиеся экспериментальные данные относятся главным образом к низкомолекулярным ГАА [4, 5, 6]. Однако для обобщения полученных результатов необходимо исследование более высокомолекулярных их представителей. В настоящей работе приводятся результаты исследования экситонного поглощения, ранее не изученных бромидов пропила-, дипропила- и тетрапропиламмония.

Предназначенные для исследования соли квалификации „ч“ были многократно (более 3—4 раз) перекристаллизованы из соответствующих растворов. Получение тонких пленок, пригодных для измерения спектров поглощения, велось двумя способами: расплавлением с последующей медленной кристаллизацией между двумя кварцевыми пластинками (бромиды моно- и дипропиламмония) и постепенным испарением спиртового раствора, нанесенного на поверхность кварцевой пластинки (бромид тетрапропиламмония). Спектры были измерены с помощью спектрофотометра „Specord uv vis“ в оптическом вакуумном металлическом криостате при температурах от  $T = 293$  до 80 К.

Исследование спектров поглощения  $C_3H_7NH_3Br$ ,  $(C_3H_7)_2NH_2Br$  и  $(C_3H_7)_4NBBr$  показало, что эти соединения прозрачны в большом спектральном интервале, включающем ближнюю инфракрасную, видимую и значительную часть ультрафиолетовой области спектра, где примерно в том же интервале энергий, что и для соответствующих ЩГК и АГК наблюдаются характерные полосы поглощения. Этот факт в сочетании с большим коэффициентом поглощения (более  $10^4 \text{ см}^{-1}$ ) в максимуме полос и сильным температурным сдвигом ( $-1 \pm -1,5 \times 10^{-3}$  эв/град) дал основание предположить, что обнаруженные полосы являются экситонными и обусловлены возбуждением ионов  $Br^-$ .

Известно, что в ЩГК и АГК длинноволновые полосы фундаментального поглощения обнаруживают дублетное расщепление, соответствующее расщеплению  $Cl^- 3p$ ,  $Br^- 4p$ —и  $I^- 5p$ —уровней, обусловленному спин-орбитальным взаимодействием. Подобная дублетная структура хорошо проявляется в йодидах алкиламмония [6], однако в бромиде пропилазамещенных аммония коротковолновые компоненты дублетов, по-видимому, расположены в области порога чувствительности примененного нами спектрофотометра. Об этом свидетельствует, в частности, наличие указанного дублета в бромиде тетрапро-

пиламмония (при  $T = 293$  К), полосы поглощения которого расположены в более длинноволновой по сравнению с  $C_3H_7NH_3Br$  ( $(C_3H_7)_2NH_2Br$ ) области спектра и попадают в область чувствительности „Specord uv vis“.



Спектры поглощения бромидов пропилазамещенных аммония при 293 К (сплошные кривые) и 80 К (пунктирные): 1— $C_3H_7NH_3Br$ ; 2— $(C_3H_7)_2NH_2Br$ ; 3— $(C_3H_7)_4NBBr$

Исследование температурной зависимости спектров показало, что полосы поглощения  $R_nNH_{4-n}Br$  ( $R=C_3H_7$ ,  $n=1, 2, 3$ ) с понижением температуры плавно смещаются в коротковолновую область спектра и становятся более четкими. Однако в случае  $C_3H_7NH_3Br$  наряду с указанным температурным изменением при 136—138 К происходит скачкообразное смещение полосы поглощения в коротковолновую область, связанное с наличием фазового перехода [7]. Особенностью полученных спектров является меньший по сравнению с ЩГК и АГК коэффициент поглощения в максимуме полос, их более длинноволновое расположение и неэлементарность. Указанные особенности объясняются меньшей плотностью, большей пространственной разделенностью ионов  $Br^-$ , большей долей ковалентной связи между катионом и анионом и низкой симметрией их кристаллических решеток по сравнению с соответствующими ЩГК и АГК [8, 9].

#### Литература

1. Eby J., Teegarden K., Dutton D. Phys. Rev., 116, № 5, 1699, 1959.
2. Yamashita H. J. Phys. Soc. Japan, 29, № 7, 191, 1970.
3. Куусман И. Л., Лийдья Г. Г., Луцкич Ч. Б. Труды ИФ АН ЭССР, № 46, 5, 1976.
4. Мамедов А. П., Панова Л. Я., Шабалинская Л. А. „Опт. и спектроскопия“, 43, № 3, 569, 1977.
5. Мамедов А. П., Панова Л. Я., Шабалинская Л. А., Тагиров И. М. „Опт. и спектроскопия“, 44, № 4, 829, 1978.
6. Мамедов А. П., Панова Л. Я., Соовик Х. А. Труды ИФА АН ЭССР, № 43, 134, 1975.
7. Tsau J., Gillson D. J. Phys. Chem., 72, № 12, 4082, 1968.
8. King M., Lipscomb W. Acta Cryst., 3, № 3, 222, 1950; 3, № 3, 227, 1950.
9. Zalkin B. Acta Cryst., 10, 557, 1957.

Азербайджанский инженерно-строительный институт

Поступило 15. VI 1981



Е. Ј. Салајева, Р. Ә. Чәфәрова, Т. Х. Әлијева, Ф. Г. Әлијев  
**АММОНИУМ БРОМИДИН ПРОПИЛ ЭВЭДИЧИЛЭРИНИН  
 ЕКСИТОН УДМА СПЕКТРЛЭРИ**

Мәгаләдә  $(C_3H_7)_n NH_{4-n} Br$  ( $n = 1, 2, 4$ ) кристалларынын екситон удма спектр-  
 ләри тәдгиг едилмишдир. Көстәрилмишдир ки, спектрин ултрабәнөвшәји областында  
 мүшәһидә олуан золаглар  $\bar{Br}$ -ионларынын һәјачанландырылмасына ујғун екситонлар-  
 ла әләгәдардыр.

Е. Yu. Salaev, R. A. Dzhaferova, T. D. Alieva, F. G. Aliev  
**EXCITON ABSORPTION SPECTRA OF PROPYL SUBSTITUTED  
 AMMONIUM BROMIDES**

Absorption spectra of mono-, di- and tetrapropyl ammonium bromides have been  
 studied in ultraviolet region.  
 The bands detected were concluded to be exciton and correspond to the excita-  
 tion  $\bar{Br}$ -ions.

УДК 547.313—542.91—66.062.539

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

С. И. САДЫХ-ЗАДЕ, М. А. АХМЕДОВ, Ш. К. КЯЗИМОВ, Р. И. АХУНДОВА,  
 Р. А. КУРБАНОВА, Л. М. БАБАЕВА

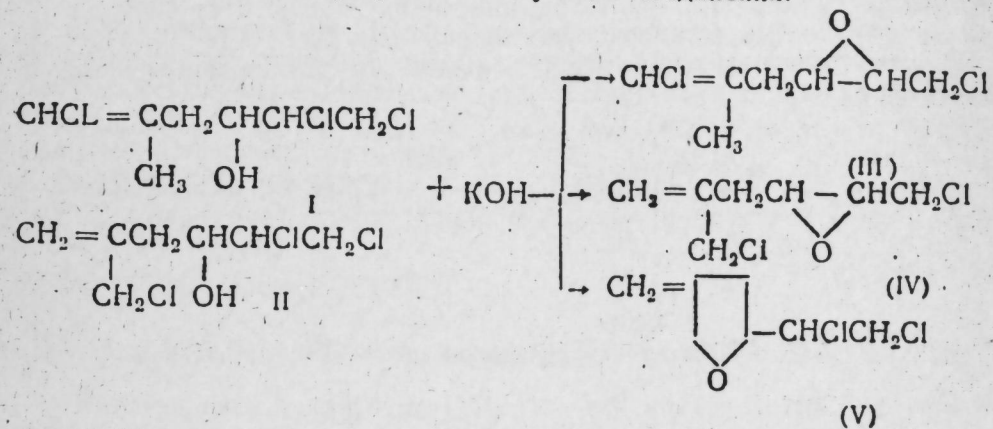
**СИНТЕЗ И СВОЙСТВА 1,6-ДИХЛОР-5-МЕТИЛ-2,3-ЭПОКСИ-  
 6-ГЕКСЕНА И 1-ХЛОР-5-ХЛОРМЕТИЛ-2,3 ЭПОКСИ-5-ГЕКСЕНА**

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

Ранее нами [1,2] показано, что при конденсации хлористого метал-  
 ла с 2,3-дихлорпропионовым альдегидом в присутствии кислот  
 Льюиса образуется смесь, состоящая из 1,2,6-трихлор-5-метил-5-гексен-  
 3 ола (I) и 1,2-дихлор-5-хлорметил-5-гексен-3-ола (II), соотношение  
 которых зависит от природы катализатора и составляет 1:4 (хлорное  
 олово) и 2:3 (хлористый алюминий) соответственно.

В настоящей работе на основе (I) и (II) изучены пути синтеза  
 хлоралкенилпроизводных эпихлоргидрина, которые могут представлять  
 интерес для получения эпоксидных смол и модификаторов для ПВХ.

Нами установлено, что дегидрохлорированием смеси соединений  
 (I) и (II) щелочью, образуются следующие соединения:



ГЖХ-анализ показал, что процентное соотношение соединений  
 III: IV: V равно 78:18:4, в случае использования продуктов конденса-  
 ции (I) и (II), полученных в присутствии хлорного олова, тогда как  
 при дегидрохлорировании этих же продуктов, синтезированных в при-  
 сутствии хлористого алюминия соотношение III:IV:V составляет 45:50:5.

Четко разделить смеси соединений (III) и (IV) вакуумной раз-  
 гонкой и на ректификационной колонке нам не удалось. Однако сое-  
 единение (V) было выделено фракционированием на эффективной ко-  
 лонке.

Чистоту разделения контролировали газожидкостным хроматогра-  
 фическим анализом, изучением ЯМР-спектром.

ЯМР-спектр ( $\delta$ , шкала) однозначно показал, что появление мультиплетного сигнала в области 4,25 м. д. олефиновых протонов группы ( $2H, CH_2=C$ ), метиленового протона ( $-CH_2$ ) тригидрофурано-



вого кольца в виде мультиплета в области 2,47—2,75 характерны для соединения (V).

Соединения (III) и (IV) были выделены на препаративной хроматографии с чистотой 99%.

В ЯМР-спектре соединения (III) наблюдается острый синглетный пик протонов метиленовой группы ( $CH_2-C=$ ) с 1,85 м. д., четкий синглетный пик для метилового протона ( $CH_3C=$ ) с 5,9 м. д.

Для соединения (VI) характерно образование двухсинглетных сигналов (с учетом неэквивалентности олефиновых протонов  $-C=CH_2$ )

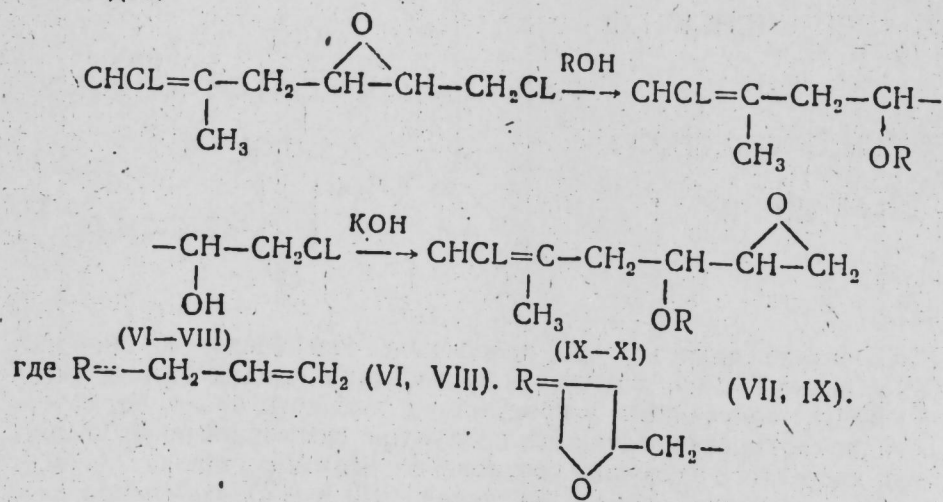


с 5,1 и 5,25 м. д. и синглетного сигнала для протона хлорметиленовой группы ( $C=C-$ ).



Наличие в соединении (III) эпоксидного кольца доказано получением неопределенного алкоксихлоргидрина взаимодействием его с тетрагидрофурфуриловым, аллиловым спиртами.

Показано, что спирты легко размыкают эпоксидное кольцо с образованием нормального продукта реакции в присутствии эфира трехфтористого бора при 50—60°. Образование нормального продукта реакции подтверждено дегидрохлорированием аддуктов (VI—VIII) с образованием соответствующих неопределенных хлорсодержащих алкокси эпоксидов:



#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

НК-спектры продуктов снимались на спектрофотометре UR=20 в тонких слоях. ПМР-на спектрофотометре марки: "Tesla" (80 Мгц) в растворе  $CCl_4$ , в качестве внутреннего эталона использовался ГМДС

Препаративное разделение соединений производилось на приборе "Varian Aerograph", колонка  $400 \times 0,4$  см заполнена 15% реоплекс-4,00 (вес.) на хроматоне Н, температура колонки 140°C, давление газа-носителя (азот) на входе 1,2 кг/см<sup>2</sup>.

#### Дегидрохлорирование смеси соединений (I и II)

К смеси, состоящей из 12 г порошкообразного КОН и 50 мл сухого эфира, в течение 30 мин прибавляли 21,7 г (0,1 г-моля) смеси I—II. Реакционную смесь нагревали при 36°C. После соответствующей обработки перегонкой в вакууме выделено 13,5 г смеси соединений (III—V). Т. кип. 66—84°/2 мм,  $d_4^{20}$  1,2043,  $n_D^{20}$  1,4952.

После перегонки в ректификационной колонке выделено соединение (V). Т. кип. 67—68°/2 мм,  $d_4^{20}$  1,2512,  $n_D^{20}$  1,5040,  $MR_D$ , 42,85, выч. 43,24.

Найдено, %: С 46,60; Н 5,39; Cl 38,70,  $C_7H_{10}Cl_2O$ . Вычислено, %: С 46,43; Н 5,57; Cl 39,16.

Путем разделения на препаративном хроматографе смеси соединений (III) и (IV) получены следующие константы: для соединения (III):  $d_4^{20}$  1,2059,  $n_D^{20}$  1,4924,  $MR_D$  43,59, вычислено 43,24. Найдено, %: С 46,56; Н 5,69; Cl 39,62,  $C_7H_{10}Cl_2O$ . Вычислено, %: С 46,43; Н 5,57; Cl 39,16 для соединения (IV):  $d_4^{20}$  1,2146,  $n_D^{20}$  1,4946,  $MR_D$  43,44; вычислено 43,24. Найдено, %: С 46,10; Н 5,48; Cl 38,80.

#### 1,6-Дихлор-5-метил-3-аллилокси-5-гексен-2-ол (VI)

К 50 г свежеперегнанного аллилового спирта, содержащего 0,1 мл эфира трехфтористого бора, при нагревании (50—60°) и перемешивании добавили 18 г соединения (III). После отгонки аллилового спирта остаток перегоняли в вакууме. Выделено 16,7 г (70%). Т. кип. 124—126 (2 мм),  $d_4^{20}$  1,1700,  $n_D^{20}$  1,4958,  $MR_D$  59,67, вычислено, 60,35. Найдено, %: С 50,40; Н 6,60; Cl 29,30;  $C_{10}H_{16}Cl_2O_2$ . Вычислено, %: С 50,22; Н 6,74; Cl 29,65.

ИК-спектр ( $cm^{-1}$ ): 921,1648 ( $CH_2=C-$ ), 3072 ( $CH=$ ), 1089—1090 ( $OC_3H_5$ ), 3465 (ассоцир. OH).

#### 1,6-Дихлор-5-метил-3-тетрагидрофурфурилокси-5-гексен-2-ол (VII)

Синтезирован аналогично (V) из 9 г соединения (III) и 30 г тетрагидрофурфурилового спирта. Выход—70%. Т. кип. 143—145 (2 мм),  $d_4^{20}$  1,2020,  $n_D^{20}$  1,5002;  $MR_D$  69,31, вычислено 69,50. Найдено, % С 50,71; Н 7,30; Cl 25,44,  $C_{12}H_{20}Cl_2O_3$ . Вычислено, %: С 50,89; Н 7,12; Cl 25,04.

#### 6-Хлор-5-метил-3-аллилокси-1,2-эпокси-5-гексен (VIII)

Синтезирован по методике получения (III—V) из 3 г соединения (VI) и 1,2 г КОН. Выход—82%.

Т. кип. 91—92 (2 мм),  $d_4^{20}$  1,0791,  $n_D^{20}$  1,4798,  $MR_D$  53,34, вычислено 53,40. Найдено, %: С 59,65; Н 7,50; Cl 17,92,  $C_{10}H_{15}O_2Cl$ . Вычислено, %: С 59,26; Н 7,46; Cl 17,49.



## 6-Хлор-5-метил-3-тетрагидрофурурилокси-1,2-эпокси-5-гексен

(IX) синтезирован по методике получения соединения (III—V) из 2,5 г (VII) и 1,2 г КОН. Т. кип. 130—131 (2 мм),  $d_4^{20}$  1,1304,  $n_D^{20}$  1,4859,  $M_{R_D}$  62,66: вычислено 62,54. Найдено, %: 58,59; Н 7,82; Сl 14,01;  $C_{12}H_{19}O_3Cl$ . Вычислено, %: С 58,41; Н 7,76; Сl 14,37.

### Выводы

1. Показано, что дегидрохлорирование 1,2,6-трихлор-5-метил-5-гексен-3-ола и 1,2-дихлор-5-хлорметил-5-гексен-3-ола протекает в трех направлениях с образованием смеси, состоящей, из 1,6-дихлор-5-метил-2,3-эпокси-5-гексена, 1-хлор-5-хлорметил-2,3-эпокси-5-гексена и 1,2-дихлор-1-(4-метилена-2,3,5-тригидрофурил)-этана, процентное соотношение которых составляет 78:18:4 и 46:50:5 соответственно и зависит в основном от соотношения использованных трихлоргидринов.

2. Установлено, что спирты в присутствии трехфтористого бора легко размыкают эпоксидное кольцо непредельного хлорсодержащего эпоксида с образованием соответствующего непредельного алкоксилхлоргидрина.

### Литература

1. Кязимов Ш. К., Ахмедов М. А., Ахундова Р. И., Мамедова Л. Г. Авт. свид. СССР № 734202, бюл. изобр. № 18. 1930 г. 2. Садых-заде С. И., Ахмедов М. А., Ахундова Р. И. Научные труды АЗИНЕФТЕХИМа им. М. Азизбекова, 1,70 1979.

Институт хлорорганического синтеза

Поступило 16. I 1981

С. И. Садыхзаде, М. Э. Элимедов, Ш. К. Кязимов, Р. И. Ахундова, Р. А. Гурбанова, Л. М. Бабаева

## 1,6-ДИХЛОР-5-МЕТИЛ-2,3-ЭПОКСИ-5-ГЕКСЕН

### ВЭ 1-ХЛОР-5-ХЛОРМЕТИЛ-2,3-ЭПОКСИ-5-ГЕКСЕНИИ СИНТЕЗИ ВЭ ХАССЭЛЭРИ

Мәгаләдә 1,2,6-трихлор-5-метил-5-гексен-3-ол вә 1,2-дихлор-5-хлорметил-5-гексен-3-олун дегидрохлорлашмасы өҗрәнилмиш вә көстәрилмишдир ки, реакция үч истиҗаһәтдә кедәрәк, тәркиби 1,6-дихлор-5-метил-2,3-эпокси-5-гексен, 1-хлор-5-хлорметил-2,3-эпокси-5-гексен вә 1,2-дихлор-1-(4-метилена-2,3,5-тригидрофурил)-этандан ибарәт изомер җарышығын әмәлә кәлмәси илә нәтиҗәләнир.

Алынмиш маддәләрни инсәбәтләри истиҗаһәдә едилән трихлорһидриһләрни фәизлә инсәбәтләрниң уҗғун олараҗ 78:18:4 вә 46:50:5 олур.

Мүәҗҗән едилмишдир ки, спиртләр үчхлорлу борун иштиракы илә доҗмамыш хлор-тәркибли эпокси бирләшмәсиниң эпоксид һәлҗәсини асанлыгла ғырыр вә нәтиҗәдә уҗғун доҗмамыш алкоксилхлорһидрин әмәлә кәтирир.

S. I. Sadykh-zade, M. A. Akhmedov, Sh. K. Kyazimov, R. I. Akhundova, R. A. Kurbanova, L. M. Babaeva

### SYNTHESIS AND PROPERTIES OF 1,6-DICHLOR-5-METHYL-2,3-EPOXY-HEXENE AND 1-CHLOR-5-CHLORMETHYL-2,3-EPOXY-5-HEXENE

It has been demonstrated that dehydrochlorination of 1,2,6-trichlor-5-methyl-5-hexene-3-ol and 1,2-dichlor-5-chlormethyl-5-hexene-3-ol takes three directions to form a mixture comprising 1,6-dichlor-5-methyl-2,3-epoxy-5-hexene, 1-chlor-5-chlormethyl-2,3-epoxy-5-hexene and 1,2-dichlor-1-(4-methylene-2,3,5-trihydrofuryl)-ethane in the ratios of 78:18:4 and 46:50:5, respectively, this process depending mainly on the ratios of trichlorhydrines used.

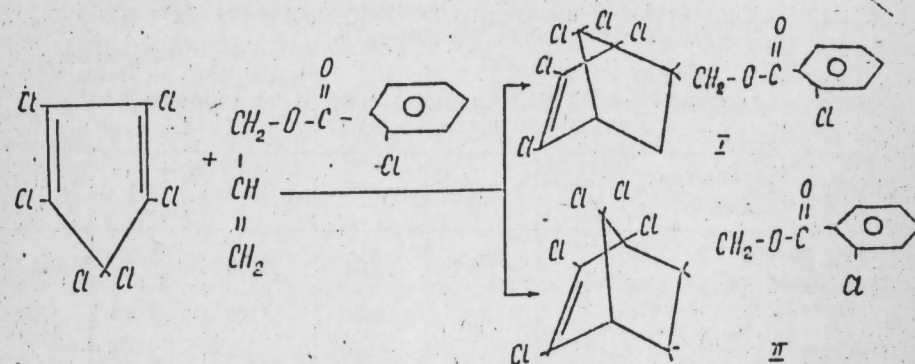
It has been established that alcohols in the presence of boron trifluoride easily break the epoxide ring of unsaturated chlorine-containing epoxide to form a corresponding unsaturated alcoxylchlorhydrine.

Чл.-корр. М. М. ГУСЕЙНОВ, Ф. Ф. МУГАНЛИНСКИЙ, Т. А. УМУДОВ,  
А. С. КЯЗИМОВ, ХУСЕЙН АЛИ-АММАР

### КОНДЕНСАЦИЯ ГЕКСАХЛОРЦИКЛОПЕНТАДИЕНА С АЛЛИЛОВЫМ ЭФИРОМ *o*-ХЛОРБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТЫ

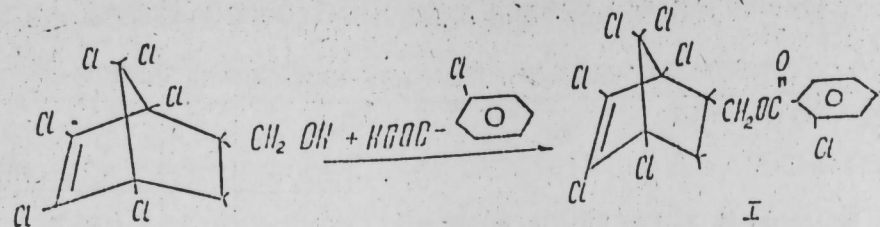
Изучена конденсация гексахлорциклопентадиена с аллиловым эфиром *o*-хлорбензойной кислоты и определены оптимальные условия процесса. Установлено, что в зависимости от условий реакции образующиеся аддукты имеют эндо- или экзо-конфигурацию.

В настоящее время полихлорированные органические соединения находят все более широкое применение в качестве модификаторов, пластификаторов-стабилизаторов, антипиренов полимерных материалов, сохраняя в то же время ведущую роль в качестве инсекто-гербицидов [1—3]. Синтез таких соединений, помимо прямого хлорирования, связан с применением гексахлорциклопентадиена (ГХЦПД) в реакции Дильса—Альдера с функциональными диенофилами. Среди многочисленных конденсаций ГХЦПД с различными типами диенофилов, слабо исследованной остается его взаимодействие с аллиловыми эфирами. Нами была изучена конденсация ГХЦПД с аллиловым эфиром *o*-хлорбензойной кислоты в интервале температур 90—200°C. Было показано, что в пределах температур 90—170°C единственным продуктом реакции является 1, 2, 3, 4, 7, 7-гексахлор-5 (*o*-хлорбензоилоксиметил) бицикло-(2, 2, 1)-гептен-2 (1), имеющий эндо-конфигурацию:



При дальнейшем увеличении температуры образуется смесь эндо- и экзо-изомеров I и II, а при температуре 190—200°C в реакционной смеси значительно преобладает экзо-изомер II.

Эндо-аддукт I был получен нами встречным синтезом при взаимодействии 1, 2, 3, 4, 7, 7-гексахлор-5 (оксиметил) бицикло-(2, 2, 1)-гептена-2, известной эндо-конфигурации (4) с *o*-хлорбензойной кислотой, что доказывает эндо-структуру аддукта I.



В ИК-спектрах аддуктов I и II выделяются полосы поглощения в областях  $1620$ ,  $740-760$ ,  $1740-1745$ ,  $3020$   $\text{см}^{-1}$ , указывающих на наличие  $\text{C}=\text{C}$ ,  $\text{C}-\text{Cl}$ ,  $\text{C}=\text{O}$ -связей и ароматического ядра. Было изучено влияние температуры, мольного соотношения аддендов и продолжительности реакции на выход целевого продукта. Результаты исследований приведены в табл. 1, 2, 3.

Таблица 1

Влияние температуры на ход реакции ГХЦПД с аллиловым эфиром *o*-хлорбензойной кислоты

Температура, °C	90	100	110	120	130	140	150	160	170	
Получено	ГХЦПД г	18,21	16,61	15,45	15,05	14,64	14,1	13,62	13,7	13,84
	%	71,87	65,45	60,88	59,3	57,68	55,55	53,66	53,98	54,53
Аллиловый эфир <i>o</i> -хлорбензойной кислоты	г	3,54	2,32	1,43	1,08	0,64	0,23	—	—	—
	%	13,95	9,14	5,63	4,26	2,52	0,91	—	—	—
Продукт конденсации	г	2,7	5,5	7,5	8,2	8,9	9,65	10,2	9,8	9,2
	%	10,64	21,67	29,55	32,3	35,07	38,02	40,19	38,61	36,2
Остаток и потери	г	0,9	0,95	1,0	1,05	1,2	1,4	1,56	1,88	2,34
	%	3,51	3,71	3,94	4,14	4,73	5,52	6,15	7,41	9,22
Выход аддукта на взятый эфир в %		23	47	64	70	76	82	87	83,5	78,4

Примечание: ГХЦПД—20,46 г.  
Аллиловый эфир *o*-хлорбензойной кислоты—4,92 г.  
Продолжительность реакции—6 ч.

Таблица 2

Влияние соотношения ГХЦПД:Аллиловый эфир *o*-хлорбензойной кислоты на выход аддукта

Молярное соотношение ГХЦПД:эфир	1:1	2:1	3:1	4:1	5:1	
Взято, г	ГХЦПД	6,82	13,64	20,46	27,28	34,10
	Аллиловый эфир <i>o</i> -хлорбензойной кислоты	4,92	4,92	4,92	4,92	4,92
Получено	ГХЦПД г	2,53	7,59	13,62	20,33	27,01
	%	21,55	40,89	53,66	63,14	69,22
	Аллиловый эфир <i>o</i> -хлорбензойной кислоты г	1,0	0,4	—	—	—
	%	8,52	2,16	—	—	—
Продукт конденсации	%	52,3	47,2	40,19	31,69	26,4
	г	2,07	1,81	1,56	1,69	1,71
Остаток и потери	%	17,63	9,75	6,15	5,22	4,38
	г	52,3	74,6	87	86,8	87,73
Выход аддукта на взятый эфир в %						

Примечание: Температура—150 °C. Продолжительность реакции—6 ч.

Таблица 3

Влияние продолжительности опыта на ход реакции ГХЦПД с аллиловым эфиром *o*-хлорбензойной кислоты

Продолжительность	1 ч.	2 ч.	3 ч.	4 ч.	5 ч.	6 ч.	7 ч.	
Получено	ГХЦПД г	18,01	16,67	15,4	14,69	14,16	13,62	13,51
	%	70,96	65,68	60,68	57,88	55,79	53,66	52,23
	Аллиловый эфир <i>o</i> -хлорбензойной кислоты г	3,23	2,24	1,33	0,84	0,4	—	—
Продукт конденсации	г	3,79	5,9	7,9	8,8	9,51	10,2	10,2
	%	14,93	23,32	31,13	34,67	37,47	40,19	40,19
Остаток и потери	г	0,35	0,55	0,75	1,05	1,31	1,53	1,67
	%	1,38	2,17	2,95	4,14	5,16	6,15	6,58
Выход аддукта на взятый эфир в %		32,3	50,4	67,3	75,0	81,0	87,0	87,0

Примечание: Температура—150 °C, ГХЦПД 20,46 г. Аллиловый эфир *o*-хлорбензойной кислоты—4,92 г.

Наибольший выход аддукта, как это видно из данных табл. 1, достигается при 140—150 °C (87%).

Варьирование мольных соотношений аддендов выявило оптимальную их пропорцию, равную 3:1 в пользу диена (табл. 2).

Исследование влияния продолжительности реакции на выход аддукта позволило установить оптимальное время опыта, равное 6 ч. (табл. 3).

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

##### 1. 1, 2, 3, 4, 7, 7-гексахлор-5 (*o*-хлорбензонлоксиметил) бицикло-(2, 2, 1)-гептен-2 (I)

Запаянную ампулу, содержащую 20,46 г (0,075 моля) ГХЦПД и 4,92 г (0,025 моля) аллилового эфира *o*-хлорбензойной кислоты, нагревают при заданной температуре в течение определенного времени. Затем ампулу вскрывают, избыток ГХЦПД отгоняют под вакуумом, а из остатка при стоянии в течение 4—5 суток выделяют кристаллы эндо-аддукта I, которые после повторной перекристаллизации из дихлорэтана имеют т. пл. 104—103 °C. Найдено, %: C 38, 21, 38, 2; H 2,05, 2,12; Cl 52, 68, 52, 77.  $\text{C}_{16}\text{H}_9\text{O}_2\text{Cl}_7$ . Вычислено, %: C 38, 34; H 1,92; Cl 52,99.

Аналогичным образом при температуре 200 °C из маточного раствора дробной кристаллизацией выделяют кристаллы экзо-аддукта II с т. пл. 118—120 °C.

Найдено, %: C 38,22, 38,25; H 2,0, 2,07; Cl 52,70, 52,76.  $\text{C}_{16}\text{H}_9\text{O}_2\text{Cl}_7$ . Вычислено, %: C 38,34; H 1,92; Cl 52,99.

##### 2. Встречный синтез аддукта I.

В колбе, снабженной обратным холодильником, термометром и мешалкой, нагревали 16,54 г (0,05 моля) 1, 2, 3, 4, 7, 7-гексахлор-5 (оксиметил) бицикло-(2, 2, 1)-гептена-2, 1,57 г (0,01 моля) *o*-хлор-



бензойной кислоты и 50 мл дихлорэтанга, подкисленного 2 каплями серной кислоты, при температуре 60—80°C в течение 6—7 ч.

Затем из маточного раствора дробной кристаллизацией было выделено 3,1 г аддукта, который после перекристаллизации из дихлорэтана имел т. пл. 104—106°C и оказался идентичен аддукту 1, полученному по методике, описанной в п. 1.

### 3. Синтез аллилового эфира *o*-хлорбензойной кислоты

К 78,3 г (0,5 моля) бензойной кислоты и 145,2 г (2,5 моля) абсолютного аллилового спирта приливали 3 мл концентрированной  $H_2SO_4$  и смесь нагревали 10 ч с обратным холодильником. После этого большую часть спирта отгоняли на водяной бане. К остатку приливали пятикратный избыток воды и нейтрализовывали твердой содой. Выделившееся масло извлекали эфиром, эфирный раствор сушили  $Na_2SO_4$  и после отгонки эфира, остаток перегоняли в вакууме. Выход аллилового эфира *o*-хлорбензойной кислоты 74,7—78,7, (76—80% теоретического), т. кип. 98—100/1 мм,  $n_D^{20} = 1,5320$ ,  $d_4^{20} = 1,1873$ .

#### Литература

1. Мельников Н. Н., Вольфсон Л. Г. Хим. пром. 1953, 413. 2. Англ. пат. 699372 и 699373 Ch., A. 49, 2512, 1955. 3. Roberts R. P., Van Thomas. Eng. Ch., 46, 1628, 1954. 4. Roberts C. W., Neigh D. H. J. Organ. Chem., 25, 1228, 1960.

Азербайджанский институт нефти и химии им. М. А. Азизбекова

Поступило 10. II 1981.

М. М. Гусейнов, Ф. Ф. Муганлинский, Т. А. Умудов, А. С. Казымов, Гусейн Эли-Аммар

### HEXACHLOROCYCLOPENTADIENLƏ O-XLORBENZOL TURŞUSUNUN ALLİL EFRİNİNİN KONDENSASIYASI

Мәгәләдә 1,2,3,4,7,7-гексахлор-5(о-хлорбензоил-оксиметил)-битенкло-(2,2,1)-һептен-2-нин синтези өйрәнилмишдир.

Көстәрилмишдир ки, температурдан асылы оларак, реаксия заманы еңдө-вә ја экзотерулуша малик аддуктлар алыныр.

M. M. Guseinov, F. F. Mughanlinsky, T. A. Umudov, A. S. Kazimov, Khussein Aly-Ammar

### CONDENSATION OF HEXACHLOROCYCLOPENTADIEN WITH THE ALLYLETHER OF O-CHLOROBENZOIC ACID

1, 2, 3, 4, 7, 7-hexachloro-5 (o-chlorobenzoyloximethyl) bicyclo-(2, 2, 1)-hepten-2 has been received. It is shown that conditions of this reaction have influenced on the formation of the exo-and endo-isomers.

Г. И. АЛЛАХВЕРДИЕВ, Н. Э. ШИХАЛИБЕЙЛИ, Л. А. ПОРОШИНА

### ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ДОВШАНЛИНСКОЙ СИНКЛИНАЛИ В СВЕТЕ НОВЫХ ДАННЫХ (МАЛЫЙ КAVKAZ)

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

Довшанлинская синклиналь является основной структурой западного окончания Мартунинского синклинория в междуречье Тертерчай-Хачинчай. Она сложена мощной (>500 м) кремнисто-карбонатно-вулканогенной толщей и, имея широкое простирание, характеризуется простым строением с пологозалегающими (05—10°) крыльями. Ширина складки около 4 км. К юго-востоку она постепенно расширяется и в бассейне р. Каркарчай достигает 25 км, осложняясь дополнительными складками. К западу от Довшанлинской синклинали кремнисто-карбонатно-вулканогенная толща после некоторого перерыва в долине р. Тертер, связанного с четвертичным размывом, прослеживается в узкой полосе, проходящей через сс. Атерк-Керемли-Агдабан-г. Багырлы, где слагает юго-западное крыло Тоурагачайского синклинория.

Настоящее сообщение продиктовано полученным новым материалом [3], позволяющим пересмотреть существующее представление как о строении Довшанлинской синклинали, так и о стратиграфическом положении слагающей ее кремнисто-карбонатно-вулканогенной толщи. Последняя как в пределах Довшанлинской синклинали, так и за ее пределами образует регионально выраженный структурный ярус. Значительная северо-восточная часть этой толщи несогласно наложена на терригенно-пирокластические образования кызылбулагской свиты келловей-оксфордского возраста, а юго-западная часть наложена на верхнебайосские кислые вулканиты [4].

Характерна приуроченность рассматриваемой структуры к сводовой части Далидаг-Мехманинского поперечного поднятия [12]. Эти данные позволяют Довшанлинскую синклиналь отнести к категории наложенных структур. Северо-восточное крыло синклинали в районе с. Кичан срезано субширотным взбросом, по которому кремнисто-карбонатно-вулканогенная толща опущена более чем на 500 м. Плоскость сместителя полого (30°) падает на ЮЗ 210°.

Стратиграфически кремнисто-карбонатно-вулканогенная толща в пределах Довшанлинской синклинали всеми исследователями, за исключением В. П. Ренгартена [8], предполагавшего ее аналогом артаминской свиты (неоком), была отнесена к верхней юре и расчленена на верхний оксфорд (в карбонатной литофации) и кимеридж (в вулканогенной литофации), а юго-восточнее, в бассейне р. Каркарчай, в составе данной толщи был выделен и титон в карбонатной литофации [5,6].



Изучение взаимоотношения этих «титонских» известняков с вулканами «кимериджа» в междуречье Каркарчай—Хачинчай/с. с. Сендшен, Рев и др./ показало, что эти известняки не венчают разрез «верхней юры», а залегают среди вулканитов в виде различных по размеру линз, содержащих, зачастую, рифообразующие и другие организмы. Для рассматриваемой толщи характерна резкая фацциальная изменчивость (быстрое исчезновение известняков, появление пирокластов и пр.), что затрудняет расчленение ее на отдельные выдержанные литолого-стратиграфические ярусы\*. Это усугубляется и тем обстоятельством, что не только нижняя часть этой толщи, которая по коралловой и другой макрофауне считается верхним оксфордом, но и верхняя часть ее, относимая к титону, содержит также «верхнеоксфордские» кораллы: *Hellocoena zaglica* Babayev, *H. decasepta* Otko. *Sylva* *tenax* Etallon (опр. Е. Н. Кузьмичевой по сборам Г. И. Аллахвердиева).

Следует подчеркнуть, что та же самая толщина на ЮЗ крыле Тоурагачайского синклинория в одних случаях (с. Керамли, средняя часть толщи) датируется как кимеридж (*Hellocoena variabilis* Etall. ( $J_3 km$ ), *Calamophyllopsis kurgakagensis* (Bab.) ( $J_3 Ox_2$ )—опр. Р. Г. Бабаева; *Spondylopecten* cf. *moreanus* (Buv.) ( $J_3 Ox_2$ ), *D. ceras* cf. *bougeati* Lorg. ( $J_3 Ox_2 - km$ )—опр. М. А. Абдулкасумзаде), а в других случаях (г. Багырлы, низы толщи)—как титон (*Baureia multitalulata* Den. ( $J_3 t$ ), *Chaeteopsis krimholzi* Yavorsky ( $J_3 t - K, ap$ )—опр. Р. Г. Бабаева; *Pentaptyxis stazycii* helvetica (Zitt.) ( $J_3 t$ )—опр. Г. А. Алиева; *Meandroporpha daschkessanica* Babayev ( $J_3 Ox_2$ )—опр. Е. Н. Кузьмичевой). Здесь же в верхней части толщи был обнаружен *Lamellarptychus beyrichi* beyrichi Trauth\* (нижний титон—берриас М. Кавказа, берриас Б. Кавказа—опр. А. Г. Халилова). Таким образом, вышеприведенные макрофаунистические данные показывают, что рассматриваемая толщина между с. Довшанлы и г. Багырлы должна иметь возраст не древнее титона. Вызывает недоумение нахождение в одной и той же линзе известняков, «характерных» для видов оксфорда, кимериджа и титона. Являются ли эти виды) при условии их правильного определения) переотложенными или они имеют широкий стратиграфический диапазон? Полевые исследования Г. И. Аллахвердиева, производившего сбор указанной фауны, позволяют принять последний вариант.

Не менее интересными являются полученные в последнее время макрофаунистические данные о возрасте рассматриваемой толщи юго-восточнее Довшанлинской синклинали в бассейне р. Каркарчай.

Следует подчеркнуть, что известняки, выступающие на СВ борту Мартунинского прогиба (с. Шелли, Гюлаблы) и считавшиеся до недавнего времени титонскими, по новым палеонтологическим данным А. Г. Халилова, Г. А. Алиева и др. [9], были отнесены к готериву и баррему\*\*.

Отметим, что те же самые известняки, выступающие между этими пунктами в с. Нахичеваник, по коралловой и гастроподовой фауне оставлены в титоне ([2], стр. 81). Южнее с. Нахичеваник у с. Кушчулар в нижней части разреза «нижнего титона» (кушчуларская свита) с бога-

\* В районе с. Довшанлы она представлена в нижней части (283 м) переслаиванием толстослоистых кремнисто-карбонатных пород (25—50 м) с различными по структуре туфами (3—70 м), а в верхней (250 м)—андезито-дацитовыми порфиритами и их пирокластами.

\*\*Наличие нижнемеловых известняков у с. Кушчулар, Гюлаблы и Еникенд впервые было установлено М. А. Абдулкасумзаде [1].

той «титонской» фауной (аптхи, брахиоподы и др.) этими же исследователями была обнаружена богатая фауна барремских аммонитов ([9] стр. 89). Однако этот важный факт барремского возраста кушчуларских известняков был интерпретирован как заполнение расщелин титонских гравелитовых известняков барремскими пелитоморфными известняками ([9], стр. 92). Следует отметить, что макрофаунистические данные кремнисто-карбонатно-вулканогенной толщи нуждаются в обстоятельной ревизии с проведением комплексных геолого-палеонтологических исследований. Тем не менее, анализ макрофаунистических данных говорит в пользу нижнемелового возраста рассматриваемой толщи, нежели верхнеюрского. В этой связи интересный материал был получен нами при микрофаунистическом исследовании данной толщи.

Образцы кремнисто-карбонатных пород, отобранных из различных пунктов подошвы рассматриваемой толщи в пределах Довшанлинской синклинали (с. Кичан, Довшанлы, Шахмансур) были исследованы (в шлифах) Л. А. Порошиной. Выяснилось, что почти все образцы содержат сходный комплекс мелких фораминифер: *Textularia* sp., *Gaudryina* sp., *Marssonella* sp., *Quitueloculina* sp., *Cyroidinoides* sp., *Gavellinella* sp., *Spirillina* sp. и редкие фрагменты орбитолин\*.

Обнаруженные в шлифах раковины таких родов, как *Cyroidinoides*, *Gavellinella* известны с баррема и указывают на то, что возраст содержащих их пород не древнее барремского. Верхний возрастной предел толщи определяется несогласным залеганием на ней в междуречье Хачинчай—Каркарчай терригенного альба с базальным конгломератом в основании.

Близкий к приведенному родовой состав мелких фораминифер вместе с орбитолинами приводится исследователями для баррем-аптеких отложений Грузии [11], Карпат [7] и других регионов. Все это позволяет возраст рассматриваемой толщи считать баррем-аптеким.

Сделанное заключение подтверждается и данными абсолютного возраста. Образцы андезито-дацитовых порфиритов, отобранных из различных пунктов данной толщи (правобережье р. Хачинчай, г. Багырлы), по исследованию А. Р. Исмет К/Ар методом имеют 118—122 млн. лет.

По стратиграфическому положению и литофацциальной особенности описываемая толщина хорошо сопоставляется с ургонским комплексом ЮЗ борта Гочасского прогиба в бассейне р. Базарчай [10]. Одновременно, данная толщина четко параллелизуется с вулканогенно-карбонатно-кремнистой формацией (переслаивание тонкоплитчатых карбонатных, карбонатно-кремнистых и кремниевых пород с вулканогенами) Сарыбабинского прогиба на юге, с одной стороны, и угленосно (и гипсоносно)—терригенно-пирокластической формацией Мардакертского прогиба на севере [3]—с другой.

#### Выводы

1. Довшанлинская синклиналь рассматривается как наложенная структура. Слагающая ее кремнисто-карбонатно-вулканогенная толщина по общегеологическим и микрофаунистическим данным относится к баррем—апту и сопоставляется с ургонским комплексом.

\* Другие образцы (34 шлифа) из тех же пунктов любезно были определены Л. И. Казинцевой. В образцах были обнаружены единичные сферические сечения скелетов *Cenosphæra* и несколько сечений рода *Porodiscus*, которые известны с ордовика до ныне. В некоторых шлифах встречены также спиккулы губок плохой сохранности.



2. Полученный материал по стратиграфическому положению кремнисто-карбонатно-вулканогенной толщи позволяет теперь не только уверенно коррелировать между собой различные литофациальные комплексы, выступающие на различных структурах Малого Кавказа, но и проводить палеотектоническое районирование этих структур по формационным принадлежностям и режиму тектонических движений. Интересно выглядит в этом отношении сопоставление Сарыбабинского, Мартунинского и Мардакертского прогибов по пересечении хр. Гыргыз—с. Довшанлы—с. Мехманы—с. Мецшен. По этой линии с переходом от одной структуры к другой в северном направлении происходит смена сравнительно глубоководных осадков мелководными (шельфовыми) и далее континентально-лагунными. Условия формирования этих осадков и стиль их тектонической деформации свидетельствует о различных тектонических режимах в развитии этих структур. Это позволяет Сарыбабинский прогиб отнести к структуре с эвгеосинклинальным режимом развития, а остальные прогибы и разделяющие их поднятия (Карабахское, Агдамское) считать структурами с режимом развития активизированных срединных массивов.

#### Литература

1. Абдулкасумзаде М. Р. «ДАН Азерб. ССР», т. 18, № 1, 35—37, 1962.
2. Абдулкасумзаде М. Р., Шихалибейли Э. Ш. «Геология СССР», т. 47, 71—82, 1972.
3. Аллахвердиев Г. И., Исмет А. Р. «ДАН Азерб. ССР», т. 35, № 5, 67—71, 1979.
4. Аллахвердиев Г. И., Сулейманов Э. С., Насибов Т. Н., Шихалибейли Н. Э. «Изв. АН Азерб. ССР, серия наук о Земле», 90—96, № 5, 1978.
5. Геологическая карта Азербайджанской ССР. Мингео СССР, 1976.
6. Геологическая карта Азербайджанской ССР, 1977.
7. Горбачик Т. Н., Чернов В. Г. Бюлл. мин. о-ва исп. природы, отд. геол., т. XL IX (2), с. 35—44, 1974.
8. Ренгартен В. П. Стратиграфия меловых отложений Малого Кавказа. М., 1959.
9. Халилов А. Г., Алиев Г. А., Аскеров Р. Б. Нижний мел юго-восточного окончания Малого Кавказа. Изд-во «Элм», 1974.
10. Халилов А. Г., Алиев Г. А., Кузьмичева Е. Н., Аскеров Р. Б. Бюлл. мин. о-ва исп. природы, отд. геол., т. 2, № 4, 85—93, 1977.
11. Цирекидзе Л. Р. Автореф. канд. дисс. Изд-во. «Мецниереба», Тбилиси, 1971.
12. Шихалибейли Э. Ш. Геологическое строение и история тектонического развития восточной части Малого Кавказа, т. 2, Баку, 1966.

Институт геологии

Поступило  
12. IX 1980

Г. И. Аллахвердиев, Н. Э. Шихалибейли, Л. А. Порошина

#### ДОВШАНЛЫ СИНКЛИНАЛЫНЫН ЈЕНИ МАТЕРИАЛЛАР ЭСАСЫНДА КЕОЛОЖИ ГУРУЛУШУ (КИЧИК ГАФГАЗ)

Довшанлы синклиналы јени материаллара эсасэн төрәмә типли структура анд едилір. Бу структуру тәшкил едән силіснумлу-карбонатлы-вулканоген чөкүнтүләрин јашы эвваллар олдуғу кими Уст Јура дејил, Баррем-Алт тәјини едилір вә Ургон фацијасы илә параллелашдирилір. Белә бир вәзјјәт Кичик Гафгазын мүхтәлиф структурларында топланмыш ејини јашлы, ләкин мүхтәлиф типли чөкүнтүләр комплексини һәқиқи мугајисә етмәјә имкан верир, һәмчинини һәмини структурларын палеотектоник рајоналашдырылмасыны да асанлашдыр.

G. I. Allahverdiyev, N. E. Shikhalibelli, L. A. Poroshina

#### GEOLOGICAL STRUCTURE OF DOVSHANLI SYNCLINE IN THE LIGHT OF THE NEW DATA (THE MINOR CAUCASUS)

As to new data, Dovshanli syncline falls under the category of imposed structure. Upper Jurassic age for siliceous-carbonate-volcanogenous thickness is reconsidered. The age for this thickness is determined as Barrem-Aptian and compared with Urganian complex.

Чл.-корр. Э. Ш. ШИХАЛИБЕЙЛИ, Р. Н. АБДУЛЛАЕВ

#### НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОТЕКТОНИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ СРЕДНЕ-КУРИНСКОЙ ВПАДИНЫ

Прослеживая историю тектонического развития Куринской впадины с древнейших времен по настоящее время, можно отметить, что она пережила различные тектонические режимы, обусловившие изменения планов складчатости.

В каледоно-герцинском этапах она являлась составной частью Закавказской геосинклинали (срединного массива). В ее пределах преобладали процессы поднятия, размыва и дробления фундамента разломами на отдельные глыбы. Это видно из карты рельефа поверхности консолидированной коры Средне-Куринской впадины, которая продольными и поперечными разломами раздроблена на отдельные горы и грабены. Причем бортовые зоны впадины значительно приподняты по сравнению с ее внутренними зонами, и сложены метаморфическим комплексом раннего палеозоя и докембрия байкалидами. Главные структурные элементы впадины были заложены в начале раннеальпийского этапа. Это Нижне-Куринский прогиб, Кюрдамирское поднятие, Иорско-Аджиоурский и Евлах-Агджабединский прогибы.

В лейасе область современной Куринской впадины была занята мелководным морем, где отлагались преимущественно терригенные осадки малой мощности. Вместе с тем, данные бурения и магнитометрии свидетельствуют о принадлежности нижней части четырехкилометровой толщи магмотогенных пород к средней юре. Эти отложения, по данным Х. П. Метакса [3], широко распространены южнее линии Алибайрамлы, Геокчай, Мингечаур и междуречья Куры и Иорн и, тем самым, занимают всю южную часть Среднекуринской впадины, а на севере распространены в полосе Алазани—Исмаиллы—Сангачалы и далее на восток в пределы Южного Каспия. По геологическому положению и определению радиологического возраста достоверен позднеюрско-раннемеловой и среднеюрский вулканизм, установленный в пределах Кюрдамирского погребенного поднятия, где мощность достигает 3000 м. Верхнеюрские нижнемеловые вулканы объединены в слабо дифференцированную базальт-андезит-дацитовую, а среднеюрские—в недифференцированную андезит-базальтовую формацию.

В поздней юре-неокоме происходит рифообразование. Если в пределах поднятий Куринской впадины позднеюрско-неокомские образования представлены в карбонатно-рифогенной фации 700 м мощности, то в некотором удалении, их мощность возрастает до 1000 м (Сорсор, Джарлы), а в Мурадханлах, т. е. у западного борта Талын-Вандамского поднятия, апт уже представлен в осадочно-вулканогенной фации мощностью 200 м. Эти данные дают основание полагать, что в прогиб впадины мощности поздней юры—неокома возрастут, а фация их ста-



нет терригено-карбонатной с возрастанием роли вулканитов. Следует отметить наличие в восточной части Вандамской зоны (Ахсу-Гирдыманчай), в основании альб-сеноманской вулканогенной толщи глыбовых конгломератов из основных и кислых эффузивов, гранитоидов и кварцевых диоритов, отсутствующих в этой зоне. Все это свидетельствует о том, что в поздней юре—неокоме, как и на Малом Кавказе, в северной части Куринской впадины, (южнее или в самой Алазанской депрессии), вдоль Аджичайского разлома, скорее у пересечения его с Талыш-Вандамским поднятием, внедрились интрузивы указанного состава. В описываемом этапе, в пределах Куринской впадины и вдоль его бортов выделяются: Казахский, Агджакендский, Мардакертский, Евлах-Агджабединский, Иори-Аджиноурский и Нижне-Куринский прогибы, а также и Шамхорское, Агдамское, Кюрдамирское и Вандамское поднятия. Из крупных разломов в это время выделяются: Предмалокавказский, Куринский, Аджичай-Алятский и Западно-Каспийский.

Относительно более полные данные имеются по поздне меловому вулканизму Куринской впадины. Имеющиеся данные бурения относятся к некоторым пунктам Талыш-Вандамского максимума и юго-западному борту впадины. Позднему сенону соответствуют карбонатные породы, а раннему сенону—магматические. Как было сказано, магматические породы мезозоя тяготеют к поднятиям, но это не означает, что в прогибах их нет. Магматические породы выявлены пока в пределах Алазано-Исмаиллинского, Саатлы-Геокчайского и Казах-Шамхор-Боразлинского поднятий, а также в районах, тяготеющих к предгорьям М. Кавказа, между р. Тертер и Ждановка. Пока магматические породы магнитометрией и бурением выявлены в поднятиях, окаймляющих Иори-Аджиноурский и Евлах-Агджабединский прогибы. В этих прогибах, вероятно всего, разрез позднего мела (от альба до позднего сенона) будет более полным, чем в поднятиях с преобладанием в разрезах вулканогенных пород.

Почти во всех разведочных площадях вдоль борта впадины от Казахстана до Ждановска многочисленными скважинами вскрыта нижнесенонская вулканогенная толща. Нижнесенонские вулканиты выявлены скважинами в междуречье Куры—Иори (Мамедтапе), Дуздага, Алазано-Исмаиллинской зоне (к северу от г. Шеки) и в строении локальных структур Кюрдамир-Саатлинского погребенного поднятия (Зардоб, Мурадханлы, Миль, Шорсулу и др.). В составе верхнемеловых вулканогенных образований выделяются следующие магматические формации. Для южного борта впадины: на участке Казах—Далляр—базальт-андезит-липаритовая; полоса Кировабад—Гюллиджа характеризуется развитием андезито-базальтовой формации. Верхнемеловые вулканиты, развитые в Зардобской, Мурадханлинской, Мильской структурах Кюрдамирского погребенного поднятия объединены в трахиандезито-базальтовую формацию.

Сходство вулканогенных формаций и однотипность вулканизма северного обрамления Малого Кавказа и Среднекуринской впадины подтверждает мнение о том, что в мезозое эти области развивались как единый активизированный срединный массив, заложение которого началось в нижней юре и ознаменовалось массовым излиянием известково-щелочной магмы андезито-базальтового состава.

Характерно, что в пределах Талыш-Вандамского максимума (у слияния Куры и Аракса), по данным геофизики, поверхность Мохоро-

вичича залегает на глубине 48 км, над ним залегает 10-километровый слой базито-эклогитового комплекса, выше которого до подошвы мезозоя залегает мощный 30-километровый базальтовый слой, кровля последнего как к юго-востоку, так и северо-западу круто опускается под гранитный слой до глубины 28 км. Известно, что Талыш-Вандамский максимум с юго-востока и северо-запада ограничен больше амплитудными разломами, где консолидированная кора (на юго-востоке) опущена на 15—20 км. Таким образом видно, что в данном регионе мы имеем дело с горстообразным поднятием базальтового слоя (или магматитов базальтоидного состава), т. е. иными словами с базальтоидным диапиром.

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что повсеместно в Куринской впадине конец позднего мела знаменуется прогибанием и накоплением осадков кампан—маастрихта, за исключением лишь осевой полосы Талыш-Вандамского поднятия, где поздне меловые отложения отсутствуют или же размыты.

Основными зонами осадконакопления в поздне меловое время являлись Иори-Аджиноурский, Евлах-Агджабединский, Нижнекуринский и Талышский прогибы, а также значительные участки, существовавшие до этого поднятия. Общая мощность позднего мела в прогибах превышает 2000 м.

В конце позднего мела значительная часть впадины испытывает вздымание и складчатость, а морские условия сохраняются лишь в прогибах. В палеоцене—эоцене на фоне общего прогибания впадины и поднятия была вовлечена вся область нижнего течения р. Аракс от предгорьев Малого Кавказа до южных предгорьев Аджиноура соответствующей южной части Талыш-Вандамского поднятия.

В связи с этим, в рассматриваемое время Евлах-Агджабединский прогиб был отделен от Предталышского прогиба полосой суши. Последнее вдоль левобережья р. Куры с севера окаймляет Евлах-Агджабединский прогиб до Мингечаура. Отсутствие эоцена фиксируется в полосе суши, отделяющей Предталышский прогиб от Нижнекуринской впадины в правобережной части нижнего течения р. Куры. Все это подтверждает наши высказывания о наличии здесь погребенного Западно-Каспийского поднятия.

Начало орогенного этапа (олигоцен-миоцен) изменило ранее существовавший геотектонический режим в Куринской впадине, где уже господствует прогибание с накоплением молассовой формации. По данным М. Г. Агабекова и др. [1], в майкопское время в прогибании вовлекается вся восточная часть Средне-Куринской впадины до линии южнее Саатлы, Джарлы и Караджаллы, а узкая полоса южных крыльев последних покрывается водами только в чокрак-сарматское время. Эти структуры и вся северная часть области, вплоть до Аджиноура вовлекается в прогибания лишь в среднем плиоцене (продуктивный век).

При этом областями непрерывного осадконакопления в палеогене-антропогене, вероятно, были Иори-Аджиноурский, Евлах-Агджабединский и Нижнекуринский прогибы.

Следует отметить, что если Средне-Куринская впадина сравнительно интенсивно прогибалась в мезозое, то Нижне-Куринская впадина в форсированном виде прогнулась в орогенном этапе.

Вместе с тем, следует остановиться и на том, что некоторые исследователи (Б. В. Григорьянц) считают, что рельеф консолидированной



коры—это ничто иное как рельеф поверхности мезозоя. Если это так, то тогда придется допустить, что перечисленные прогибы Средне-Куринской впадины в палеоцене—эоцене и олигоцене—антропогене прогнулись на 10—15 км, а Нижне-Куринская впадина—до 20 км.

Наличие нефтяных месторождений промышленного значения среди верхнемеловых вулканитов на юго-западном борту Кюрдамирского поднятия показывает, что в зонах глубоких разломов и раздробленных пород на крыльях поднятий сильно трещиноватые вулканиты и осадочные породы верхнего мела могут служить хорошими коллекторами для нефтегазовых скоплений. Такими зонами, кроме указанной полосы, по нашему мнению, являются зоны глубоких разломов, трассирующих вдоль юго-западных бортов Иори-Аджиноурского и Евлах-Агдабединского прогибов. При этом особый интерес представляют дальние северо-восточные погружения Дзегамского, Долляр-Джырдыханского, Далимамедлинского, Мир-Баширского и Гюллиджинского поднятий.

Наряду с этим особый интерес в отношении нефтегазоносности представляют рифогенные известняки поздней юры—неокома, слагающие сводовые и крыльевые части крупных и мелких поднятий.

#### Литература

1. Агабеков М. Г. и др. Структурные соотношения мезозойского и кайнозойского комплексов центральной части Куринской впадины и Шемахини-Кобыстанской области. Изв-во «Элм», 1977. 2. Азизбеков Ш. А., Мамедов А. В., Агабеков М. Г., Григорьянц Б. В., Шихалибейли Э. Ш. Геология СССР, т. XVII. Азербайджанская ССР, геологическое описание. «Недра» М., 1972. 3. Метакса Х. П. АНХ, № 1, 1978. 4. Трацюк В. Я. Процессы нефтегазообразования в акватории Каспийского моря. М., 1978. 5. Шихалибейли Э. Ш., Тагиев Р. Э. и др. Тектоника Куринского межгорного прогиба, Докл. азербайджанских геологов. Проект 107 глобальная корреляция тектогенеза, Баку, 1979. 6. Шихалибейли Э. Ш. Основные черты геологического строения Азербайджана. Международная программа геологической корреляции. Баку, 1979.

Институт геологии

Поступило 17. II 1981

Э. Ш. Шихалибейли, Р. Н. Абдуллаев

#### ОРТА КҮР ЧӨКӘКЛИЈИНИИ КЕОТЕКТОНИК ИНҚИШАФЫНА ДАИР ЈЕНИ МӘЛУМАТЛАР

Мәгаләдә Орта Күр чөкәклијини Каледон-герсен дөврүндән мұасир дөврә гәдәр олан мүддәтдә кеотектоник инқишафы нәзәрдән кечирлир. Каледон-герсен дөврүндә бу әрази Загафгазија кеоантиклиналынын (аралыг массивинин) бир һиссәсини тәшкил едирди. Чөкәклијин әсас структур элементләри Алп дөврүнүн әввәлләриндә әмәлә кәлмәјә башламышдыр.

E. Sh. Shikhalibelli, R. N. Abdullayev

#### SOME NEW DATA ABOUT GEOTECTONIC DEVELOPMENT OF THE MIDDLE-KURA BASIN

In the article beginning from Caledon-Hercynian stages till now geotectonic development of the Middle-Kura basin is considered. In Caledon-Hercynian stages this region was the part of transcaucasian geoanticline (middle massif). The main structural elements of the basin were laid at the beginning of Early-Alpian stage.

У. К. АЛЕКПЕРОВ, Е. Д. СИНИЦЫНА

#### ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ВИДОВ РОДА AVENA

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

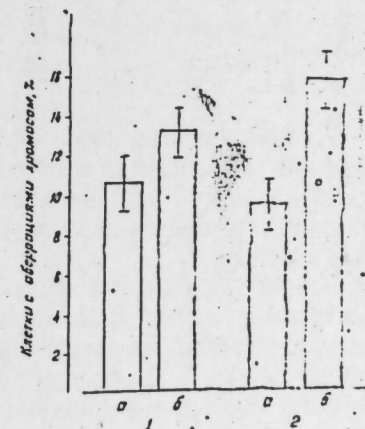
Исчезновение видов, сокращение их численности и ареалов является одним из негативных последствий научно-технического прогресса, характеризующегося присутствием мутагенов в окружающей среде [1]. Исследование этого явления в современных экологических условиях показало наличие значительного количества видов, утерянных навсегда или находящихся на грани исчезновения [2]. Однако в большинстве работ, посвященных данной проблеме, анализ причин этого процесса рассматривается в основном с позиций антропогенного воздействия. Изучению же роли биологических особенностей объектов как существенно значимого фактора исчезновения вида уделяется незначительное внимание.

В связи с изложенным, в настоящей статье предпринята попытка сравнительного изучения чувствительности к мутагенным факторам двух видов овса (*Avena eriantha* Durieu, *Avena ventricosa* Va последний из которых является исчезающим видом [2]). Выбор подхода определен с учетом возможной значимости устойчивости генетического аппарата в проблеме редких и исчезающих видов [3].

В качестве индукторов мутаций использованы: естественное старение (хранение семян в лабораторных условиях при нормальной температуре и влажности), пнрозометилмочевина (3-часовое замачивание семян в 0,02%-ном растворе НММ с последующей 0,5-часовой отмывкой в проточной воде) и гамма-облучение воздушно-сухих семян в дозе 40 г. Материал проращивали при 20—21° С в термостате.

Семена собраны на Апшеронском п-ве (Азерб. ССР). Фиксацию и анализ aberrаций хромосом в анафазных клетках меристемы корешков проводили по общепринятой методике.

Фонтанная и индуцированная мутабельность хромосом в клетках двух видов рода *Avena* представлена в таблице и на рисунке. Как видно из данных таблицы, виды не различаются по уровню спонтанной мутабельности. При индукции мутирования старением (хранение семян)



установлено примерно одинаковое у обоих видов возрастание частоты структурных перестроек хромосом. Однако иная картина наблюдается при воздействии химических и физических мутагенов. Так, под влиянием НММ имеющее место возрастание уровня aberrаций хромосом более существенно у *A. ventricosa*. Обработка НММ повысила долю клеток с aberrациями хромосом у исчезающего вида (*A. ventricosa*) на  $7,36 \pm 0,60\%$ , тогда как одновременная обработка в идентичных условиях другого вида (*A. eriantha*) привела к увеличению мутабельности только на  $4,67 \pm 0,49\%$  ( $t_d=2,51$ ). Аналогичная картина наблюдается и при индукции мутаций гамма-облучением. Как видно из данных рисунка, частота структурных перестроек хромосом при действии ионизирующего излучения выше у редкого, исчезающего вида, *A. ventricosa*. В частности, согласно данным, приведенным в таблице, видно, что если у этого вида количество мутировавших клеток в результате облучения увеличилось на  $6,34 \pm 0,70\%$ , то та же доза гамма-облучения повышает этот показатель у другого вида лишь на  $2,53 \pm 0,44$  ( $t_d=2,04$ ).

Влияние хранения семян и действия нитрозометилмочевины (НММ) на мутабельность хромосом в меристематических клетках корешков видов рода *Avena*

Объект	Вариант опыта	Число изученных		Клетки с aberrациями хромосом	
		корешков	анафаз	число	%
<i>A. eriantha</i>	Контроль	60	920	45	$4,89 \pm 0,71$
	Хранение	35	519	55	$10,59 \pm 1,35$
	Н М М	41	930	89	$9,56 \pm 0,96$
<i>A. ventricosa</i>	Контроль	51	840	38	$4,52 \pm 0,71$
	Хранение	38	527	50	$9,48 \pm 1,2$
	Н М М	42	1 035	123	$11,88 \pm 1,00$

Анализ спектра структурных мутаций показал отсутствие специфических особенностей у обоих видов в контроле и при индукции мутаций старением и радиацией. В варианте с НММ увеличение числа aberrантных клеток шло за счет возрастания доли перестроек хромосомного типа.

Таким образом, на примере представителей рода *Avena* получены экспериментальные доказательства относительно высокой чувствительности к мутагенным факторам генетического аппарата редкого и исчезающего вида. Представляет интерес дальнейшее изучение этого явления с привлечением различных систематических групп растений.

#### Литература

1. Дубинин Н. П., Пашии Ю. В. Мутагенез и окружающая среда. «Наука», М., 1978. 2. Красная книга СССР. «Лесная промышленность», М., 1978. 3. Алекперов У. К. В сб. «Экспериментальный мутагенез». «Элм», Баку, 1980.

Институт ботаники

Поступило  
23. VII 1981

У. К. Әлэкбәров, Ј. Д. Синитсина

#### *Avena* ЧИНСИННИ КЕНЕТИК ДАВАМЛЫЛЫҒЫ

Мәгаләдә тәбиәттә сырадан чыхмагда олан *Avena* чинсинни кенетик аппаратынын мутаген факторларын тәсирләринә гаршы давамсыз олдуғу тәчрүби јолла мүәјјәи едилмишдир.

U. K. Alekperov, E. D. Sinitsina

#### THE GENETIC ESTIMATION OF THE RESISTANCE OF THE SPECIES OF AVENA GENUS

The experimental approvals of relatively high sensibility to mutagenic factors of the genetic apparatus of the rare and disappeared species were established by the example of representatives of *Avena* genus.



УДК [616.12:616—005.4]—092  
[546.84+546.36]

МЕДИЦИНА

Я. З. КУРБАНОВ, М. М. ЭФЕНДИЕВ

## ДИНАМИКА СДВИГОВ В СОДЕРЖАНИИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ЛИТИЯ И ЦЕЗИЯ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ У БОЛЬНЫХ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

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

Ишемическая болезнь сердца (ИБС), в частности, острая коронарная недостаточность, является одним из самых распространенных заболеваний человечества нашего века. Поэтому профилактика и лечение ИБС, в том числе, инфаркта миокарда, составляет основную проблему современной кардиологии.

ИБС часто развивается у лиц с атеросклерозом коронарных сосудов, особенно в тромбо-некротической стадии [3,4].

В связи с дальнейшим развитием учения о патогенезе ИБС большой интерес для исследователей представляют биохимические сдвиги, выявленные при этой болезни.

Большое место в биохимии кардиологии занимает состояние микроэлементного обмена, ибо роль и действие отдельных микроэлементов при ИБС вовсе не изучены. К числу таких микроэлементов относятся литий и цезий, биологическая роль которых требует дальнейшего изучения.

В литературе появляются данные о важной роли солей лития в функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы. Шредер [9] обнаруживал связь между смертностью от сердечно-сосудистых заболеваний (в частности, атеросклеротической болезни сердца и гипертонией) и недостатком лития в питьевой воде.

Несколько позже Вурс [10] отметил, что смертность от атеросклеротической болезни сердца у населения, потребляющего воду с повышенным содержанием солей лития, значительно ниже, чем у людей, пользующихся обычной водой. По его мнению, важным фактором, отягощающим атеросклеротическую болезнь сердца, являются гипертония, сахарный диабет, гиперлипемия и легкие симптомы маниакального поведения. Эти заболевания также коррелируют с недостатком в организме лития.

Н. Г. Кударин [1], изучая роль лития в патогенезе гипертонической болезни установил, что при этой болезни содержание лития в сыворотке крови уменьшается, а содержание цезия увеличивается.

Рядом исследователей [7,8] в эксперименте установлено, что различные соли лития повышают объемную скорость коронарного кровотока, замедляют ритм сердечных сокращений, оказывают противорит-

мическое действие и несколько усиливают силу сердечных сокращений. В том числе нашими исследованиями [2] в опытах на кроликах установлено, что при экспериментальном инфаркте миокарда в первый период «болезни» содержание лития в сыворотке крови снижается, а содержание цезия, наоборот, увеличивается.

Располагая этими данными, мы поставили перед собой цель изучить сдвиги в содержании микроэлементов лития и цезия в сыворотке крови у больных с ИБС.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Содержание микроэлементов лития и цезия в сыворотке крови у больных с ХИБС определяли при поступлении в стационар (в период обострения) и после лечения (перед выпиской из стационара), а у больных инфарктом миокарда в динамике (1—5, 13—15, 28—30 и 51—60-й дни болезни), спектрофотометрическим способом на венгерском приборе «Спектромом. 381»1—». Стандартные растворы для определения лития готовили по методу Амбисена в модификации Г. М. Румянцева с соавторами [6], а цезия по методу Н. С. Полуэктова [5].

Наряду с этим, больные всех групп подвергались подробному клинико-лабораторному обследованию. В частности, определяли морфологическую картину крови, протромбиновый индекс, количество содержания холестерина и сахара в крови, остаточный азот крови. Определяли частоту пульса и артериальное давление (максимальное, минимальное и пульсовое) и проводили в динамике болезни ЭКГ-ческие исследования.

Под нашим наблюдением находились больные с ХИБС (атеросклеротическим кардиосклерозом, постинфарктным кардиосклерозом, хронической коронарной недостаточностью) и острой ишемической болезнью сердца (ОИБ) — инфарктом миокарда.

Все больные, находящиеся под нашим наблюдением получили обычное лечение, применяемое при ишемической болезни сердца.

По клиническому течению больные с ХИБС также разделены на две группы: с приступом стенокардии и без таковых приступов.

Больные первой группы (53 человека) поступили в клинику по поводу болей в области сердца. Боли в основном локализовались за грудной и носили сжимающий, давящий характер с иррадиацией в левую руку и лопатку. Артериальное давление неустойчивое, у некоторых больных обнаруживалась гипертония. У части больных имело место нарушение ритма—экстрасистолия, приступы пароксизмальной тахикардии и мерцательной аритмии.

Больные второй группы (50 человек) поступили в клинику в основном в связи с переутомлением и с жалобами: чувство замирания в области сердца, на одышку после быстрой ходьбы и физического перенапряжения. А иногда жаловались на тяжесть и кратковременные давящие боли в области сердца, которые в основном появлялись после перенапряжения и проходили самостоятельно после покоя.

У некоторых больных данной группы были выявлены признаки недостаточности кровообращения.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведенные исследования в динамике ИБС в условиях лечения показали, что в стадии обострения ХИБС у больных первой и второй групп отмечается значительное снижение содержания лития в сыворотке крови (соответственно до 0,112 и 0,116 мэкв/л). После проведенного лечения уровень лития в сыворотке несколько повышается (к концу лечения составлял, соответственно, 0,120 и 0,122 мэкв/л). Как видно, у больных обеих групп содержание этого микроэлемента не доходит до исходного уровня. Хотя клинические данные в это время указывают на ликвидацию процесса обострения болезни, одновременно с определением содержания лития мы следили и за динамикой сдвигов цезия в сыворотке крови. При этом установили повышение его содержания. У больных первой группы содержание цезия составляло 0,27, а второй — 0,25 мг/л. После проведенного лечения уровень цезия хотя и несколько снижается, но не доходит до исходных величин (табл. 1).

Таблица 1

Содержание лития и цезия в сыворотке крови у больных с ХИБС в стадиях обострения и после лечения по группам больных  
(Средние данные  $M \pm m$ )

№ 1

Показатель	Норма $n=45$	Группа больных	Дни заболевания	
			1—5-й день	23—26 день
Литий, мэкв/л	0,132	1 $n=53$	0,112 0,00380	0,120 0,00349
		2 $n=50$	0,116 0,00140	0,122 0,00175
Цезий, мг/л	0,24 0,0031	1	0,27 0,00405	0,26 0,00495
		2	0,25 0,00151	0,26 0,00412

Под нашим наблюдением находились также группы больных с крупноочаговым инфарктом миокарда (44 человека) с различной локализацией с обычным и тяжелым течением.

Анализ полученных сдвигов в отношении содержания микроэлементов лития и цезия в сыворотке крови у этих больных позволил установить ряд закономерностей, а именно, в первый период болезни отмечалось понижение содержания лития, что более рельефно на 13—16-й дни болезни. В этом периоде содержание лития составляло 0,106 мэкв/л, содержание же цезия, наоборот, повысилось (до 0,29 мг/л). Восстановительный период (с 30-х по 50-е дни и последующие) характеризуется постепенным увеличением содержания лития (0,118 мэкв/л) в сыворотке крови, однако самый высокий уровень по сравнению с практически здоровыми людьми оказался значительно ниже.

Содержание цезия в этот период несколько снижается, но в конце исследования его уровень оставался намного выше (0,27 мг/л) по сравнению с исходным.

Более выраженные изменения в содержании микроэлементов лития и цезия были обнаружены у больных с тяжелым течением инфаркта миокарда (табл. 2).

Таблица 2

Динамика изменений микроэлементов лития и цезия в сыворотке крови у больных инфарктом миокарда (средние данные  $M \pm m$ )

$n=44$

Показатель	Норма $n=45$	I период			II
		1—5-й день	13—15-й день	28—30-й день	51—60-й день
Литий, мэкв/л	0,132 0,00169	0,114 0,0015	0,106 0,00147	0,110 0,00179	0,118 0,00205
Цезий, мг/л	0,24 0,00341	0,29 0,00358	0,28 0,00411	0,26 0,00431	0,27 0,00876

Таким образом, результаты наших исследований показали существенные изменения содержания лития и цезия в сыворотке крови больных с ХИБС. При этом выявили некоторые закономерности изменений в содержании в сыворотке крови микроэлементов, связанные со стадиями или тяжестью заболевания. В частности, наиболее выраженные клинические проявления болезни сопровождались более рельефными сдвигами в содержании в сыворотке крови лития и цезия. В таком случае изменения носят относительно стойкий характер и нормализации показателей после проведенного курса лечения не происходит.

Следует также отметить, что при наличии приступов стенокардии в стадии обострения у больных с ХИБС сдвиги в содержании микроэлементов лития и цезия в сыворотке крови становятся более существенными.

Следовательно, даже в период ремиссии атеросклеротического процесса регистрируются выраженные изменения метаболизма сердца и всего организма.

Выраженные изменения в содержании лития и цезия в сыворотке крови у больных инфарктом миокарда свидетельствуют о глубоких нарушениях биохимических процессов в организме и могут считаться прогностическим симптомом, который сам по себе, указывая на тяжесть процесса одновременно может являться оповестителем наступления повторных изменений в организме или, наоборот, улучшения самочувствия больного, когда другие объективные данные пока еще не указывают на распространение или ограничение процесса.

В механизме развития этих изменений немалая роль принадлежит интенсивности происходящих при этом процессов тканевого дыхания, ферментативным и другим процессам обмена.

Таким образом, изучение сдвигов в содержании микроэлементов лития и цезия в крови больных с ИБС весьма перспективная задача, решение которой раскроет новые возможности в диагностике и проведении лечения этого тяжелейшего заболевания.

При этом основополагающим следует считать необходимость проведения коррелирующей терапии при нарушении содержания лития и цезия в сыворотке крови у больных с ИБС.



Литература

1. Кудари Н. Г. «Азмеджурнал», № 9, стр. 29—35, 1975. 2. Курбанов Я. З., Исмаилов О. Б., Гараев Ш. Г., Мамедов Ш. М. «Азмеджурнал», № 10, стр. 21—26, 1980. 3. Мясников А. Л. Атеросклероз. Медгиз. М., 1960. 4. Мясников А. Л. Гипертоническая болезнь и атеросклероз. «Медицина». М., 1965. 5. Полуэктов Н. С. В кн.; «Методы анализа по фотометрии пламени», стр. 218—220, 1967. 6. Румянцев Г. М., Фактор М. М., Нефедьев М. И. Невропатология и психиатрия, № 11, стр. 713, 1970. 7. Столярчук А. А., Самойлов Н. Н. и др. «Фармакология и токсикология», № 1, стр. 37—41, 1979. 8. Столярчук А. А., Уманцев В. С. «Фармакология и токсикология», № 1, стр. 33—36, 1977. 9. Schroeder A. AMA, 195, 81—85, 1966. 10. Voogs A. W. «ancet». 1337—1339, 1969.

АМИ ил. Н. Нариманова

Поступило 11. VI 1981

Ј. З. Курбанов, М. М. Эфендијев

ҮРЭЈИИ ИШЕМИК ХЭСТЭЛИЈИ ЗАМАНЫ  
ХЭСТЭЛЭРИИ ГАН СЕРРУМУНДА ЛИТНИУМ  
ВЭ СЕЗИУМ МИКРОЕЛЕМЕНТЛЭРИИНИ ДИНАМИКАСЫ

Мәгаләдә хроникки ишемик хәстәлији вә миокардын инфаркты хәстәлији заманы хәстәлэрии ган серрумунда литниум вә сезиумун дәјишмә динамикасы кәстәрилмишдир. Бу заман мәлум олмушдур ки, үрәјин хроникки ишемик хәстәлијиндә вә еләчә дә миокардын инфаркты хәстәлијиндә литниумун миғдары азалыр вә әксинә сезиумун миғдары артыр. Ишемик хәстәлији заманы апарылан мүаличәдән сонра һәмнин кәстәричиләр нормаја дүшмүр. Беләликлә, алыннан нәтичәјә әсасланарағ демәк олар ки, микроэлемент мүбадиләсинин тәнзим едилмәси ишемик хәстәлијинин мүаличәсиндә бөјүк рол ојнаја биләр.

Ya. Z. Kurbanov, M. M. Efendiyev

THE DYNAMICS OF DEVIATIONS IN THE CONTENTS OF TRACE  
ELEMENTS OF LITHIUM AND CAESIUM IN BLOOD SERUM OF PATIENTS  
WITH CARDIAC ISCHEMIA

The paper describes the dynamics of deviations of lithium and caesium in blood serum of the patients with cardiac ischemia. The results of the investigation show that in chronic cardiac ischemia and myocardial infarction the content of lithium decreases and caesium concentration increased. The indices didn't come to norm after the treatment had finished. Thus, on the basis of the data obtained one may come to the conclusion that the regulation of the trace element metabolism dysbalance (lithium and caesium) may play certain role in the treatment of cardiac ischemic disease.

БӘХЛУЛ АБДУЛЛАЈЕВ

«КИТАБИ-ДӘДЭ ГОРГУД»ДАКЫ «ИШЫГ» ИФАДЭСИНЭ  
ДАИР

(Азәрбајчан ССР ЕА академики М. Ибраһимов тәғдим етмишдир)

«Китаби-Дәдә Горгуд»дакы «ишыг», «ағ ишыг», «алтун ишыг», «конт ишыг»<sup>1</sup> абидәни ән дүзкүн охујанлардан сајылан В. В. Бартолд тәрәфиндән «шлем», «белый шлем», «золотой шлем», «крепкий шлем»<sup>2</sup>—јә'ни «дәбилгә» дејә тәрчүмә олунмушдур. В. В. Бартолдун тәрчүмәсини чапа һазырлајан Азәрбајчан алимләри Н. Араслы вә М. Н. Тәһмасиб дә бу фикри олдуғу кими гәбул етмишләр. Әкәр «ишыг» доғрудан да «дәбилгә»дирсә, онда абидәнин икинчи бојунда Гарачыг Чобанын дүшмәнләрә:

Башындакы туғулғаны нә өјәрсән, мәрә кафир?<sup>1</sup>  
Башымдакы (кечә) бөркүмчә кәлмәз мана —

сөјләмәсиндәки «туғулға» нә демәкдир? В. В. Бартолд бу сөзү дә «шлем» тәрчүмә етмиш, Н. Араслы да «туғулға»ны абидәнин сөзлүјүндә «дәбилгә» кими јазмышдыр ки, зәнинмизчә, буна һеч бир е'тираз ола билмәз. Мәсәләнин бу чәһәти бизә «ишыг»а бир гәдәр башга мөвгедән јанашмагда көмәк едир. Мә'лум олдуғу кими, дәбилгә елә бир дејүш ләвазиматыдыр ки, о јалныз баша гојулур. Амма көрүн бу, абидәдә нечә гејд олунуб:

1. Алыннда алтун ишыг чүббәси јох.
2. Алын баша конт ишығын урардым.

Демәли, биринчи нүмунәдә ајдын шәкилдә көрүнүр ки, алтун ишыг башда јох, алында имиш. Нүмунә вердијимиз биринчи мисраны дас-танларымызын ән јакшы арашдырычысы олан профессор М. Н. Тәһмасиб «Әјиндә алтун ашыг чүббә јох»<sup>3</sup> шәклиндә тәғдим етмишдир. Абидәдә «чүббәси»дән әввәл веркүл ишарәсинин гојулмасы вә сон нәшрдә веркүллә јанашы, һәтта үч нөгтәнин дә олмасы биздә һәмнин сөзүн өзүндән әввәлки илә әлагәсинин јохлуғу гәнаәтини јарадыр.

Мисал вердијимиз икинчи, јә'ни «Алын баша конт ишығын урардым» нүмунәсиндә дә, көрүндүјү кими, «конт ишыг» баша гојулмур, әксинә алын-баша вурулур, бағланылыр. В. В. Бартолд, әввәлдә дә дедик ки, «конт ишыг»ы «крепкий шлем» тәрчүмә етмишдир. Амма мүасир түрк дилиндә дә јашамагда олан «конт»ун рус дилиндәки гаршылығы «крепкий» јох, «денди», «франт», «шеголь»<sup>4</sup>дур ки, булар да бизим дилимиздә «көзәкөрүмлү», «бәзәкли», «гәшәнк» мә'насында алашылмагдадыр.

Нүмунәләрдән «ишыг»ын алына бағланылан васитә олдуғуну еһ-тимал етдијимиздән онун јалныз «дәбилгә» олмасы фикри суал алтын-да галыр. Мә'лум олдуғу кими, гәдим дөвр вә орта әсрләрдә дәбилгә,

эсаеён, тунчдан назырланармыш. Елэ ылк күзкүлэр дэ жалныз вэ жалныз тунчдан имиш. Белэ олдугда чох күман ки, һәмни тунч күзкүлэр дөјүш вахты алына бағланьлармыш ки, рәгибин көзләрини гамашдырсын, ону чашдырсын. Фикримзини сүбуту үчүн һашијәни мүнәсиб билirik. Рәвајәтә көрә Чәмшид «дүнијадакы бүтүн әшја вә һадисәләри көстәрән күзкүсү»нү һәмишә тачынын үстүндә кәздирәрмиш. Онуи парылтысы дүшмәнләрин көзләрини гамашдырдығындан Чәмшидә жахынлаша билмәзмишләр. Јахуд, мә'хәзләрин вердији хәбәрә көрә, Искәндәр Аристотелә бөјүк бир күзкү дүзәлтдириб вә Искәндәријјә шәһәриндә уча гала үстүндә гурдурубмуш. О, һәмни күзкү васитәсилә дүшмәнин мөвгејини мүшаһидә едирмиш. Низами Кәичәви дэ бу мәсәләјә поетик мүнәсибәтини билдирмишдир. О дејир ки, Искәндәр

Искәндәријјә кәлиб јетишчәк  
Орда чаһандарлыг тахтыны гурду...  
...Әмр едиб көјә бир гүллә јүксәлтди.  
Үстүндә бир бөјүк күзкү дүзәлтди.  
Һәмни о күзкүдән бир ајлыг јолдан  
Дәнизлә ким кәлсә олурду ә'јан.  
Тахты дүшмәнләрдән горумаг үчүн  
Кешикчи дүздүрдү һәр јана бүтүн  
Күзкүдә бир дүшмән көрсәләр әкәр  
Тезчә һөкмдара хәбәр версинләр<sup>б</sup>.

Һәтта рәвајәтә көрә Искәндәр күзкүјә дүшән күнәш шүасыны дүшмәнләрин үстүнә салмагла онлары јандырыб мәһв еләјирмиш. Олдугча марағлы чәһәт будур ки, дејилән мәсәлә Шәрг фолклорунун монументал енциклопедијасы олан «Мин бир кечә»дә дэ елә ејни илә беләдир. Нағылдан охујуруг: «Таси-фәләјә кәлдикдә, ким ки она саһиб олду, истәсә мәширигдән тутмуш мәғрибчән бүтүн мәмләкәтләри көрә биләр, өзү дэ евдән чыхмадан, һәм дэ һансы тәрәфи көрмәк истәсә, гој таси-фәләји о тәрәфә тутуб бахсын онда һәмни тәрәфини торпағыны да, адамларынын да лап овчунун ичи кими көрәр. Ишдир, онун бир шәһәрә гәзәби тутса һәмни шәһәри јандырмаг истәсә, онда таси-фәләји күнүн габағында тутуб шәһәрә тушласа, шәһәр о саат јаныб күл олар<sup>в</sup>. «Әбүлгасым» адлы өзбәк халг нағылында да гәһрәман шәр гүвәләрә, күпәкирән гарыја дүнијаны көстәрән күзкүнүн көмәји илә галиб кәлир<sup>г</sup>. Бу хүсусијјәт тачик фолклорунда да гејд олунуб<sup>д</sup>. Һәтта, мә'лумата көрә, дөјүшә јолланан сармат әскәри дэ дөшүнә күзкү бағлармыш<sup>е</sup>.

Әсас мәтләбә гајыдырыг. «Ишығ»ы бағламаға һәр адамын ихтијары јох имиш. Нечә ки, оғуз икидләрини һамысы јох, јалныз дөрдүнигабла кәзәрмиш. Булар һүнәрә, бачарыға көрә ел бөјүјү, тајфа башчысы тәрәфиндән сечилмә, фәргләнмә нишаны кими алплара вериләрмиш. Доғрудан да, Бәкилин өз јурдуна нијә алны алтун ишығсыз гајытмасынын сәбәбини өјрәнмәк истәдикдә бәлли олур ки, о, ханлар ханы хан Бајандырдан ичимиш, күсмүш вә буна көрә дэ онун вердикләрини, еләчә дэ ишығы керн гајтармышдыр. Јахуд Гызылыг Гоча оғлу Јејнәк гардашыны әсирликдән гуртармаға кедәндә јухуда өзү илә елә-белә икидләри јох, јалныз «ағ ишығы алплары» апардығыны көрүр. Кафирләр, Әмрандакы ишығын Бәкилин олдуғуну әлбәәл таныјырлар. Ишыг, ејни заманда, һәр вахт јох, рәсми чағырыш вә дөјүш заманы бағланьлармыш. Мисал үчүн, абидәнин сонунчу бојунда Бејрәк Аруз тәрәфиндән алдадылыб апарылдығыны билдикдә дејир ки, сәнин мәгсәдини, хәјәнәтини өнчәдән билсәјдим, елә белә һүзуруна кәлмәз-

дим. Јарлы-јарағлы, һәмчинни конт ишығымы вуруб кәләрдим. Бүтүн бунлар, һәгигәтә јахын еһтимал шәклиндә олса да, бизә имкан верир дејәк ки, «ишыг» ја габаг һиссәси чилаланмыш, күзкү вәзијјәтини кәтирилмиш фәргләнән, сечилән дәбилгәдир, ја да елә дәбилгәнин алыны өртән һиссәсинә бағланан күзкүдүр. Буидан башға, аз гала дејәк ки, «ишыг» мәшһур әсатир—оғуз шәчәрәси илә әлагәдар бир мәсәлә кими дэ дујғу вә дүшүнчәләримиздә хәфиф еһтизәз әмәлә кәтирир. Биз билirik ки, «Китаби-Дәдә Горғуд»дакы он ики бојун һәр бири өз-өзлүјүндә бир «оғузнамә»дир. «Оғузнамә»ләрини ујғур версијјасында исе дејилир ки, Оғуз тајфаларынын епоними олан Оғуз дуа едәркән көрүр ки, сәмадан јерә нур, шүа, дүшдү. Бу шүанын ортасында ишыг вә парлағлыгда күнәшә, аја мејдан охујан бир гызын олдуғуну көрән «Оғуз хан ону севди, онунла, бырла јатти, төл боғаз бөлди»<sup>10</sup>.

Оғузун сәмави гыздан үч оғлу олур ки, бунлар да Күнәш хан, Ај хан, Улдуз хан адланьлар.

«Бу һадисәдән бир мүддәт кечир. Бир күн јенә дэ Оғуз ова кедир. Бир дэ көлүн ортасында бир ағач көрүр. Ағачын коғушунда бир гыз отурмушмуш. Гыз чох көзәл имиш... Оғуз буну да севир, алыр, бундан да үч оғлу олур. Адларыны Көј хан, Дағ хан, Дәниз хан гојурлар»<sup>11</sup>.

Бу гејдләрдән сонра диггәти бир мәсәләјә чәлб етмәк истәјирик. Бу ики һадисәдә, көрүндүјү кими, күнәш вә су мәсәләси өн плана чәкилмишдир. Күзкүнүн бунларла бағлылығы барәдә исе бизим хүсуси тәдгигатымызын олдуғуну нәзәрә алыб тәкрар һәмни мәсәләјә гајытмырыг. Бизи даһа чох марағландыран бу еһтималдыр ки, ола билсин Оғузун күнәш шүасы ичәрисиндән тапыб евләндији гадындан доғуланлар вә онларын сонракы төрәмәләри өзләрини күнәшлә бағлылығыны билдирмәк, танытмаг үчүн онун символу сајдығлары күзкүдән биләваситә, јахуд да долајысы илә истифадә етмишләр.

Бундан башға, ән гәдим Азәрбајчан мәрасимләриндән сајылан «Году-году»да да бәзәдилмиш кәлнчијин алнына мүтләг күнәш, ишыг тимсалы күзкүнүн бағланмасы бу мәсәләјә марағы даһа да артырыр.

#### Әдәбијат

1. Китаби-Дәдә Горғуд. Бақы, Азәрнәшр, 1962, сәһ. 107, 108, 124, 153. 2. Деде Коркут (перев. акад. В. В. Бартольда). Бақы, 1950, сәһ. 126, 107, 123, 152. 3. Тәһма сиб М. Һ. Азәрбајчан халг дастанлары (орта әсрләр), «Әлм», Бақы, 1972, сәһ. 271.
4. Русско-турський словарь. М., 1978, сәһ. 559. 5. Низами Кәичәви. Искәндәрнамә («Игбалнамә»), Азәрнәшр, Бақы, 1941, сәһ. 122. 6. Мин бир кечә. 8 чилдә, VI чилд, Азәрнәшр, Бақы, 1978, сәһ. 15. 7. Акрамов Г. Мифология в Узбекском народном творчестве, сәһ. 71. (Намиз. дисс. әлјазмасы Низами адына әдәб. иш. фолк. шө'бәсиндәдир). дәдир). 8. Мухитдинов Х. Ю. Статуетки женского божества с зеркалом из соксанахура. «Советская этнография», 1973, № 5, сәһ. 105. 9. Хазанов А. М. Религиозно-магическое понимание зеркал у сарматов. «Советская этнография», 1964, № 3, сәһ. 90.
10. Шербак А. М. Огуз-наме. Мухаббат-наме. Памятники древнеуйгурской и староузбекской письменности. М., 1959, сәһ. 28. 11. Тәһмасиб М. Һ. «Дәдә-Горғуд» бојлары нағгында. «Азәрбајчан шифаһи халг әдәбијјатына даир тәдгигләр», I китаб, Азәрб. ССР. ЕА нәширјјаты, Бақы, 1961, сәһ. 16.

Әдәбијјат Институту

Алынмышдыр 17. X. 1980.



В. Абдуллаев

О СЛОВЕ «ИШИГ» В КНИГЕ МОЕГО ДЕДЕ КОРКУТА»

До настоящего времени выражение «Ишиг» в «Китаби — Деде Коркут» толковалось как «шлем». Как известно, вопрос о шлеме, как принадлежности воинских доспехов, ставится в эпосе иначе. Значение «ишиг» связано здесь со лбом. На наш взгляд, в данном вопросе более справедлива иная трактовка: потомки Огуза и женщины, найденной им в солнечном луче, прикрепляли ко лбу бронзовое зеркало, для того чтобы подчеркнуть свою связь с солнцем. Именно в этом смысле употребляется в эпосе выражение «ишиг».

В. Abdullayev

THE WORD „ISHIK“ IN THE BOOK „KITABI DEDE GORGUT“

Up to this day the word „light“ in „Kitabi Dede Gorgut“ („Dede Gorgut“ s Book“) had been explained as „helmet“. To my mind, the descendants of Oguz and the woman whom he had found through rays of sun wore a bronze mirror at their forehead to show their connection with Sun, and it is precisely this fact that explains the use of the word „light“ in epos.

Г. А. ГАВИЛОВ

РЕМЕСЛО ПОДКОВЩИКОВ XIX в. В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР  
А. С. Сумбатзаде)

Домашние промыслы или как называют иногда «домашняя промышленность», являясь как бы начальной стадией ремесла, как известно, были необходимой частью натурального хозяйства. «Будучи необходимой составной частью городского быта, ремесло распространено в значительной степени и в деревнях, служа дополнением крестьянского хозяйства. Известный процент сельского населения представляют из себя специалисты-ремесленники, занимающиеся... выделкой кож, обуви, одежды, кузнечной работой, окраской домашних тканей, отделкой крестьянских сукон, переработкой зерна в муку и т. д.»<sup>1</sup>

В этой связи ремесло подковщиков являлось одним из важных отраслей натурального крестьянского хозяйства. В зависимости от местных географических условий, в особенности из хозяйственных соображений, сельскому населению приходилось подковывать как некоторых сельскохозяйственных рабочих животных, так и верховых, таких как лошади, мулы, волы, буйволы и т. д. По вычисленным данным, к середине XIX в. в 5 городах Азербайджана (Баку, Елизаветполь, Шемаха, Шуша и Нахичевань), за исключением сельских местностей, работало 107 подковщиков.<sup>2</sup>

К концу XIX в., видимо, с увеличением числа готовых привозных материалов из России, эта профессия в некоторой степени пошла на убыль. Например, в 80—90-х годах прошлого века в таких административных центрах, как Нуха и Шемаха было всего 30 подковщиков.<sup>3</sup>

Для подковывания лошадей и других рабочих животных использовались подковы двух форм: азиатского (плоские, сплошные) и европейского (дугобразные с шипами) происхождения. Как правило, подковы делали кузнецы, но они редко занимались профессией подковщиков. Это делали специальные мастера, так называемые «налбенды».

Подковы выковывались из мягкого железа и при выходе из рук кузнеца имели совершенно другую форму, а налбэнд, принимая подкову, придавал ей иную, нужную ему форму. Он выковывал ее малым молотком холодным способом и также в холодном состоянии пробивал в ней дыры для гвоздей, загибал рожки один на другой и утончал ребро подковы, выгибая ее середину. Роговые стены копыта налбэнд сравнивал расчисткой, имеющей форму косы, и действовал ею не от себя, а на себя.

Лошадей в большинстве случаев в Азербайджане подковывали азиатскими подковами, которые по своей форме весьма хорошо защищали полотно копыта от давления на него неровностей камня и мелкоуго щебня и вместе с тем, не будучи наглухо склепаны в точке, они





задними шипами. Они были более удобными и долго держались на ногах.

Налбэнд с помощью своего ученика или без него за день мог подковать до 30—40 лошадей. На подкову одной лошади приходилось приблизительно 20 минут. Мастер за свой труд получал вознаграждение «либо деньгами, либо натурой»<sup>7</sup>, в большинстве случаев пуд пшеницы или 2 руб.<sup>8</sup>

Налбэнд пользовался во время работы главным образом молотком, железной палочкой с узким концом для проделывания дырок на подкове (гэлэм), плоскогубцами, расчистителем (јоначаг), резцом копыта (дэхрэ) и т. д. Иногда подковы нумеровали по назначению: напр., подкова № 5 предназначалась для волов, подкова № 6—для буйволов; подковы № 7—8—для верховых и упряжных лошадей и т. д.<sup>9</sup>

Подковывание лошадей производилось двумя способами. Первый, простой способ заключался в том, что подковщик брал одну ногу лошади, ставил на свои колени и расчищал копыта, а потом подковывал ее. Этот способ, как указывает Т. Бунятов, трудный и рискованный.<sup>10</sup> Второй способ,—подковывание лошадей при помощи специального устройства («чармых»)<sup>11</sup>. Станок этот состоит из четырех стоек, вкопанных в землю под прямым углом. Высота двух правых стоек равна 165 см, а двух левых—190 см. Стойки делали обычно из твердых материалов (древесины), диаметром 25—30 см. Ширина стенки изнутри 60—70 см, а длина—2 м. Верхние концы стоек соединяются перекладинами. В левой стороне имеется дополнительная перекладина, вращающаяся вокруг своей оси, которая служит для поднятия лошади с помощью натяжных ремней. На этой перекладине просверливают два отверстия с расстоянием друг от друга в 50 см. На вращающейся и на правой перекладине имеется по две вилки снизу. На этих вилках крепятся ремни. Передние стойки соединяются двумя балками: нагрудной и нашейной, которые делают станок еще более устойчивым. Кроме того, они служат для связывания шеи лошади и не дают ей возможности уйти вперед и поднять свою голову. Расстояние между этими балками составляет 40 см. На правой, передней стойке имеется кольцо, которое крепится на 30 см выше нижней нагрудной балки. Оно используется при подковывании капризных лошадей, так как при этом через это кольцо одевается в ноздри лошади специальное устройство («лаваша»). Она состоит из трех частей: основная деревянная часть, длина которой составляет 30 см, ременная часть, которая крепится к нижней нагрудной балке и третья часть тоже ременная, которая вместе с основной деревянной частью проходит через ноздри лошади и завязывается в кольцо. При надевании лаваша в ноздри лошади она не может ни повернуть шею, ни отодвинуться. К передним стойкам, ниже нагрудной балки, закрепляются рукоятки длиной 40 см. При подковывании передних ног лошади их ставят на рукоятки и связывают веревкой.

При подковывании лошадей большое значение придавали ремням, длина которых составляет 205 см, ширина—10—12 см. На концах ремней бывают дырки, которые через грудь и брюхо лошади вдевались в крючки верхних перекладин станка. Через дырки нижней перекладины проводят небольшие железные палочки, при помощи которых вращают ее. Вращающаяся перекладина накручивает ремни вокруг себя, и тем самым постепенно поднимает лошадь. На определенной высоте

останавливают поднявшуюся вверх лошадь и начинают ее подковывать.

Ремни изготавливали в несколько слоев из выделанной кожи.

Таким образом, в прошлом большое значение придавали профессии налбэндов, которые успешно пользовались своеобразными орудиями труда.

#### Литература

- 1 В. И. Ленин. Сочинение. т. 3, изд. 5-е, стр. 329.
- 2 А. С. Сумбатзаде. Промышленность Азербайджана в XIX в., стр. 166. Баку, 1964.
- 3 Сумбатзаде. Ук. раб. стр. 166, Баку, 1964.
- 4 К. Дитерихс. «Коннозаводство», № 3—5—7; стр. 62, т. 1866.
- 5 Магомед Джебранлов (1889 г.) с. Хальфали Шушинского р-на.
- 6 Бахыш Мамедов (1890 г.), житель г. Шуши.
- 7 В. И. Ленин. Сочинение, т. 3, изд. 5-е, стр. 329.
- 8 Бейюк-киши Ахмедов (1898 г.), с. Чорман Лачинского р-на.
- 9 Магомед Сардар оглы (1884.), с. Тапкаракоюлу Касум Исмаиловского р-на.
- 10 Т. А. Бунятов. «Азерб. этнограф. сб.», вып. 3, стр. 24. Баку, 1977.
- 11 «Чармых» — от Персидского слова چارمخ, означающее четыре стойки.

АГУ

и. м. С. М. Кирова

Поступило 2. VI 1980

Н. А. Навилов

#### XIX ƏSRDƏ AZƏRBAYÇANDA NALBƏNDLİK SƏNƏTİ

Məğələdə XIX əsrdə Azərbaycanla nalbəndlik pəşəsinin əhəmiyyətindən bəhs olunur. Ev pəşəsi və onun ikinəşafının son mərhələsi olan sənətkarlığın natural təsərrüfatın zəruri ünsürüdür. Atların və dikər iş hejvanlarının nalbanması, onların dezümlülüyünü və iş gəbilitiyətini artırır. Nalbəndlər bu məqsədlə müxtəlif əmək alətlərindən və dəzəklərdən (çarmyx) istifadə edirdilər.

N. A. Navilov

#### THE SHOENING PROFESSION IN AZERBAIJAN IN THE XIX CENTURY

Home handicraft was a main part of the natural economy being the last stage of the home profession development. From this view-point the shoening profession was of great importance in the XIX century. Shoening of the draught animals helped in increasing the ability of these animals. For this, shoe makers used many hand and machine-tools.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазиијат

Б. П. Аллахвердијев. Кәһилмәз спектрә малик өз-өзүнә гоһма олма- жан оператор-функцијаларын үмумиләһимнш мәхсуси вә гоһулмуш векторлары үзрә чоһгат әјрылыш . . . . .	3
Ә. Х. Шамилов. Әјрылмыш дәјишәни олан еллиптик тәһлик үчүн бир ху- суси мәсәләһни корректији һаһгында . . . . .	7
И. Л. Шаји, Н. Г. Черногуз. Аномал хәталарын сечилмәси үчүн ал- горитмләрин анализи . . . . .	13

Елементар һиссәчикләр нәзәријәси

Н. М. Атакишијев, Р. М. Миргасымов, Ш. М. Наһыјев. Ишыг конусу үзәриндә квазипотенциал методу даһилиндә мезонларын гурулуш функ- сијалары . . . . .	19
---	----

Јарымкечиричиләр физикасы

М. Ә. Меһдијев, В. А. Калина. HgTe-типли материалларда полл әмсәлыһни магнит сәһәһиндән асылылығы . . . . .	25
Н. Ә. Ибраһимов, М. Ш. Мәмәдов, Р. Һ. Һәсәнов. Мүхтәһиф температурларда бирохлу деформасијасыһни $Sp_{2-x}$ ( $0 < x < 0,27$ ) . . . . . монокристалыһни електрофизики һасәләһинә тәһсири . . . . .	28

Јарымкечиричиләрдә радиасија еффеһтләри

Ф. А. Заһидов, Л. М. Бонакова, Ф. К. Исајев вә И. И. Хлеб- никова. JnSb әһасында јаранан диффуз р-п-кеһидләһини һасәләһинә гамма шүәланманың тәһсири . . . . .	31
--	----

Јарымкечиричиләр физикасы

Е. Ј. Салајев, Р. Ә. Чәфәрова, Т. Х. Әлијева, Ф. Г. Әлијев. Аммоний бромидни пропил әвәзедичиләһини екһитон удма спектрләри . . . . .	36
--	----

Үзви кимја

С. И. Садыхзадә, М. Ә. Әһмәдов, Ш. К. Қазымов, Р. И. Ахун- дова, Р. А. Гурбанова, Л. М. Бабајева. 1,6-дихлор-5-метил-2,3-эпокси- сп-6-һексен вә 1-хлор-5-хлорметил-2,3 эпокси-5-һексенин синтези вә һасәләри . . . . .	39
--	----

Нефт-кимја синтези

М. М. Һүсејнов, Ф. Ф. Муғанлиһски, Т. А. Умудов, А. С. Қа- зымов, Һүсеји Әли-Аммар. Һекһалортсиклопентадиенлә о-хлорбен- зој туршусунун аллил еһириһни конденсасијасы . . . . .	43
---	----

Кеолокија

Г. И. Аллахвердијев, Н. Ә. Шыхалибәјли, Л. А. Пороһи- на. Довһанлы синклиһналыһни јени материаллар әһасында кеоложи гурулушу (Кичик Гафгаз) . . . . .	47
---	----

Кеотектоника

Ә. Ш. Шыхалибәјли, Р. Н. Абдуллајев. Орта Қур чөкәклијини кеотектоник инкишафына даир јени мәлуһатлар . . . . .	51
--	----

Кенетика

У. К. Әләкбәров, Ј. Д. Сииһтсина. Авена чинсһни кенетик да- вамлылығы . . . . .	55
--	----

Тиһб

Ј. З. Гурбанов, М. М. Әфәндијев. Үрәјни иһемик хәстәлији зама- һи хәстәләриң гаң сәррумунда литий вә сезнум микроелементләһини дина- микасы . . . . .	58
---	----



СОДЕРЖАНИЕ

Математика

Б. П. Аллахвердиев. Краткое разложение по обобщенным и присоединенным векторам несамосопряженных оператор-функций с непрерывной частью спектра . . . . . 3

А. Х. Шамилов. О корректности одной специальной задачи для эллиптического уравнения с выделенным переменным . . . . . 7

И. Л. Шайн, Н. Г. Черногуз. К вопросу анализа разностных алгоритмов

Теория элементарных частиц . . . . . 13

отбраковки аномальных ошибок  
Н. М. Атакишиев, Р. М. Мир-Касимов, Ш. М. Нагиев. Структурные функции мезонов в квазипотенциальном подходе на световом конусе . . . . . 19

Физика полупроводников

М. А. Мехтнев, В. А. Калина. О полевой зависимости коэффициента холла материалов типа HgTe . . . . . 25

Н. А. Ибрагимов, М. Ш. Мамедов, Р. Г. Гасанов. Влияние одноосной деформации на электрофизические свойства монокристаллов  $Su_{2-x}S (0 \leq x \leq 0,27)$  при различных температурах . . . . . 28

Радиационные эффекты в полупроводниках

Ф. А. Зантов, Л. М. Бонакова, Ф. К. Исаев, И. И. Хлебникова. Влияние гамма-облучения на свойства диффузионных P-n переходов на основе InSb . . . . . 31

Физика полупроводников

Чл.-корр. АН Азерб. ССР Э. Ю. Салаев, Р. А. Джафарова, Т. Д. Алиева, Ф. Г. Алиев. Экситонные спектры поглощения бромидов пропилазамещенных аммония . . . . . 36

Органическая химия

С. Н. Садых-заде, М. А. Ахмедов, Ш. К. Кязимов, Р. К. Ахундова, Р. А. Курбанова, Л. М. Бабаева. Синтез и свойства, 1, 6-дихлор-6-метил-2, 3-эпокси-6-гексена и 1-хлор-5-хлорметил-2, 3 эпокси-5-гексана . . . . . 39

Нефтехимический синтез

Чл.-корр. М. М. Гусейнов, Ф. Ф. Муганлинский, Т. А. Умудов, А. С. Кязимов, Хусейн Али-Аммар. Конденсация гексахлорциклопентадиена с аллиловым эфиром о-хлорбензойной кислоты . . . . . 43

Геология

Г. И. Аллахвердиев, Н. Э. Шихалибейли, Л. А. Порошина. Геологическое строение Довшаллинской синклинали в свете новых данных (Малый Кавказ) . . . . . 47

Геотектоника

Чл.-корр. Э. Ш. Шихалибейли, Р. Н. Абдуллаев. Некоторые новые данные о геотектоническом развитии Средне-Куринской впадины . . . . . 51

Генетика

У. К. Алекперов, Е. Д. Синицына. Генетическая оценка устойчивости видов рода Avena . . . . . 55

Медицина

Я. З. Курбанов, М. М. Эфендиев. Динамика сдвигов в содержании микроэлементов лития и цезия в сыворотке крови у больных с ишемической болезнью сердца. . . . . 58

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

Статьи, напечатанные на портативной машинке, не принимаются.

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

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

$$R'', r''$$

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

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

Следует избегать знаков типа ~ (волна), ⊙, ⊕, ⊗; □, ⊖, ∠, ∨, ∩ (крючки) над и под буквами, а также знаков:

$$\text{и } \times, \underline{\epsilon}, \oint, \oint, \oint, \epsilon$$

Латинские названия вписываются на машинке.

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

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

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

13. Необходимо тщательно проверить написание местных географических названий.

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

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

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

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

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

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

Сдано в набор 5. XI. 1981 г. Подписано к печати 4. III. 1982 г. ФГ 08523.  
Формат бумаги 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литерат.  
Печать высокая. Печ. лист. 6,65. Уч.-изд. лист. 6,08. Тираж 600.  
Заказ 517. Цена 70 коп.

Издательство «Элм». 370143. Баку-143, проспект Нариманова, 31,  
Академгородок, Главное здание.

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



... (faint, illegible text) ...

... (faint, illegible text) ...

... (faint, illegible text) ...

... (faint, illegible text) ...