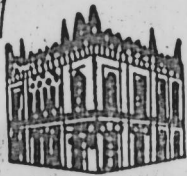


7-168
1

ISSN 0002-3078



АЗƏРБАЙҶАН ССР ЕЛМЛƏР АНАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXIX ЧИЛД

1983 • 1

45/15

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

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

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

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

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

Статьи, присланные без соблюдения этих правил, 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 соображении приоритета. Для этого необходимо специальное решение редколлегии.

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

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

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

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

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

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

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

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXIX ҶИЛ

Писать разборчиво

Шифр

Автор

Название

17-168

Т. М. КЕРИМОВ

О ПОЛНОТЕ СИСТЕМЫ СОБСТВЕННЫХ И ПРИСОЕДИНЕННЫХ
 ФУНКЦИЙ СМЕШАННОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ
 ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА

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

Пусть в ограниченной n -мерной области G с кусочно-гладкой границей Γ задан линейный несамосопряженный дифференциальный оператор второго порядка:

$$L(\lambda)u = \sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left(a_{ij} \frac{\partial u}{\partial x_j} \right) + \sum_{i=1}^n b_i(x) \frac{\partial u}{\partial x_i} + cu + \lambda ru, \quad (1)$$

коэффициенты которого $a_{ij}(x)$, $b_i(x)$, $c(x)$, $r(x)$ — ограниченные измеримые функции в G , $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$; $b_i(x)$, $c(x)$ комплекснозначные, а вещественная функция $r(x)$ такова, что $r(x) \geq \alpha = \text{const} > 0$ в G , λ — комплексный числовой параметр. Оператор L эллиптического типа, т. е. для всех $x \in G$ и любых комплексных $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ выполнены соотношения:

$$a_{ij}(x) = \bar{a}_{ji}(x), \quad \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x) \xi_i \bar{\xi}_j \geq \nu \sum_{i=1}^n |\xi_i|^2, \quad \nu = \text{const} > 0 \quad (2)$$

Мы рассмотрим в G следующую краевую задачу для оператора $L(\lambda)$

$$L(\lambda)u = 0, \quad x \in G$$

$$\theta_1(x) \frac{\partial u}{\partial \nu} + \theta_2(x) u \Big|_{\Gamma} = 0, \quad (3)$$

где $\frac{\partial}{\partial \nu} = \sum a_{ij} \cos(\vec{n}, x_j) \frac{\partial}{\partial x_j}$ — производная по конормали (\vec{n} — внешняя по отношению к G нормаль, К. Г.), $\theta_1(x) \geq 0$, $\theta_2(x) + \theta_1(x) \geq \beta > 0$, $\theta_2(x) \geq 0$, функция $\theta_2(x)$ ограничена.

Определение. Обобщенным из класса $W_{2,0}^1(G)$ решением задачи (3) называется функция $u(x) \in W_2^1(G)$, удовлетворяющая при любой $\eta(x) \in W_{2,0}^1(G)$ интегральному тождеству:

$$\int_G \left(\sum_{i,j=1}^n a_{ij} \frac{\partial u}{\partial x_i} \frac{\partial \eta}{\partial x_j} - \sum_{i=1}^n b_i(x) \frac{\partial u}{\partial x_i} \bar{\eta} - cu \bar{\eta} - \lambda ru \bar{\eta} \right) dx + \int_{\Gamma_2} \frac{\theta_2}{\theta_1} u \bar{\eta} ds = 0, \quad (4)$$

где $W_{2,0}^1(G)$ — замыкание множества всех функций из $C^1(G)$, обращающихся в нуль в окрестности $\Gamma_1: \{x, \theta_2(x) = 0\}$ по метрике:

$$\|u\|_{W_{2,0}^1}^2 = \sum_{i=1}^n \int_G |u_{x_i}|^2 dx + \int_{\Gamma_2} \frac{\theta_2}{\theta_1} |u|^2 dx, \quad \Gamma_2 = \Gamma \setminus \Gamma_1.$$

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

© Издательство „Элм“, 1983 г.

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

Отметим, что пространство $W_{2,0}^1(G)$ компактно вкладывается в $L_2(G)$ и $L_2(\Gamma)$. Вопрос о классической разрешаемости задачи (3) рассматривается в работе [1], а вопрос существования обобщенного решения ее — в [2], [3], [4]. В статье [5] доказано существование одной собственной функции. В случае $\theta_1 \neq 0$ полнота собственных и присоединенных функций задачи (3) установлена Н. Круковским [7]. Цель настоящей работы — доказательство следующей теоремы.

Теорема 1. Система обобщенных из $W_{2,0}^1(G)$ собственных и присоединенных функций задачи (3) полна в $W_{2,0}^1(G)$.

Доказательство. Введем в $W_{2,0}^1(G)$ скалярное произведение посредством формулы

$$[u_1, u_2] = \int_G \left[\sum_{i,j=1}^n a_{ij} \frac{\partial u_1}{\partial x_i} \cdot \frac{\partial u_2}{\partial x_j} + u_1 u_2 \right] dx + \int_{\Gamma} \frac{\theta_2}{\theta_1} u_1 \bar{u}_2 ds.$$

Это скалярное произведение порождает норму, эквивалентную исходной. Рассмотрим еще следующие билинейные формулы:

$$l_1[u_1, \eta] = - \int_G \left(\sum_{i=1}^n b_i(x) \frac{\partial u}{\partial x_i} \bar{\eta} + C(x) \bar{\eta} u + u \bar{\eta} \right) dx$$

$$l_2[u_1, \eta] = \int_G r u \bar{\eta} dx.$$

Эти формы определяют в $W_{2,0}^1(G)$ линейные, вполне непрерывные операторы A_1, A_2 . Докажем, например, полную непрерывность оператора A_1 . Нетрудно увидеть:

$$|l_1[u_1, \eta]| \leq C \|u\|_{W_{2,0}^1} \cdot \|\eta\|_{W_{2,0}^1}, \text{ т. е.}$$

$l_1[u_1, \eta]$ при произвольно фиксированном элементе $u \in W_{2,0}^1(G)$ есть линейный функционал над η в пространстве $W_{2,0}^1(G)$. По теории Рисса $l_1[u_1, \eta]$ однозначно представим в виде скалярного произведения

$$l_1[u, v] = [A_1 u, v], \quad \forall \eta \in W_{2,0}^1(G).$$

Покажем, что любая слабо входящая в $W_{2,0}^1(G)$ последовательность u_k переводится оператором A в сильносходящуюся. Так как A_1 ограничена, последовательность $A_1 u_k \rightarrow A_1 u$, где u есть слабый предел u_k . Кроме того, ввиду полной непрерывности оператора вложения $W_{2,0}^1(G)$ в $L_2(G)$, последовательности u_k и $A_1 u_k$ сильно сходятся в $L_2(G)$ к u и $A_1 u$ соответственно. Следовательно, получаем следующую оценку:

$$[A_1(u_k - u_m), A_1(u_k - u_m)] = l_1[(u_k - u_m), A_1(u_k - u_m)] \leq C_1 \|u_k - u_m\|_{W_{2,0}^1(G)} \cdot \|A_1 u_k - A_1 u_m\|_{L_2(G)}.$$

Отсюда ясно, что при $k, m \rightarrow \infty$ правая часть последнего неравенства стремится к нулю, и, следовательно, $A_1 u_k$ действительно есть сильно сходящаяся последовательность в $W_{2,0}^1(G)$.

Итак, полная непрерывность оператора A_1 доказана. Аналогично устанавливается и полная непрерывность оператора A_2 . Перепишем тождество (4) в виде:

$$[u, \eta] = [A_1 u, \eta] + \lambda [A_2 u, \eta] \quad (5)$$

Поскольку $\eta \in W_{2,0}^1(G)$ произвольна, соотношение (5) эквивалентно операторному уравнению

$$u = A_1 u + \lambda A_2 u \quad (6)$$

Отметим, что оператор A_2 — самосопряженный, положительно определенный оператор. Покажем, что он оператор конечного порядка, т. е. существует $s = \text{const} > 0$ так, что ряд $\sum_m |\lambda_m|^s < \infty$, где λ_m — собст-

венные значения оператора A_2 . Рассмотрим равенство: $\mu_m A_2 u_m = u_m$, $\mu_m = \frac{1}{\lambda_m}$, которое эквивалентно в силу определения оператора A_2 соотношению:

$$\int_G \left(\sum_{i,j=1}^m a_{ij} \frac{\partial u_m}{\partial x_i} \frac{\partial \bar{\eta}}{\partial x_j} + u_m \bar{\eta} \right) dx + \int_{\Gamma} \frac{\theta_2}{\theta_1} u_m \bar{\eta} ds =$$

$$= \mu_m \int_G r u_m \bar{\eta} dx.$$

Положив в этом соотношении $\eta = u_m(x)$, где $\|u_m\|_{L_2(G)} = 1$, и используя эллиптичность задачи, получим:

$$\int_G \text{grad}^2 u_m dx + \int_G u_m^2 dx \leq K \cdot \mu_m, \quad (7)$$

Рассмотрим в области G задачу Неймана для оператора Лапласа:

$$-\Delta u + u = \lambda^{(N)} u \text{ в } G$$

$$\frac{\partial u}{\partial \nu} \Big|_{\Gamma} = 0. \quad (8)$$

Согласно сделанным предложениям об области G , пространство $W_{2,0}^1(G)$ компактно вкладывается в $L_2(G)$: следовательно, к задаче (8) применим минимаксный принцип Куранта [6] для отыскания собственных значений, т. е.

$$\lambda_m^{(N)} = \max_{(u_1, \dots, u_{m-1}, \eta) \neq 0} \inf_{\|u\|_{L_2(G)}=1} \left[\int_G \text{grad}^2 u dx + \int_G u^2 dx \right] \geq C(g) m^{2/n}.$$

$$\int_G u_i dx = 0, \quad i \leq m-1$$

В силу (8) получим цепочку неравенств:

$$C(g) m^{2/n} < \lambda_m^{(N)} \leq K \cdot \mu_m.$$

Отсюда следует, что $\sum_m \frac{1}{\mu_m^{\omega}} < \infty$, или, что то же самое, $\sum \lambda_m^{\omega} < \infty$,

если $\omega > \frac{1}{2}$. Итак, A_2 — оператор конечного порядка. Приведенное

доказательство аналогично доказательству Н. М. Круковского [7], в случае $\theta_1 \neq 0$. Теперь к уравнению (6) можно применить общую теорему М. В. Келдыша [8], что и завершает доказательство теоремы.

Литература

1. Керимов Т. М. Дифференц. уравнения, т. XIII, № 3, 1977. 2. Hayashi da K. Trans. Amer. Math. Soc., 184, 205—221, 1973. 3. Kato Y. Nagoya Math. J., vol. 54, 7—20, 1974. 4. Керимов Т. М. Вестник Московского университета, сер. I, Математика, механика, 1981, № 1. 5. Керимов Т. М., Кондратьев В. А. Мат. заметки, т. 20, вып. 3, 1976. 6. Курант Р. и Гильберт Д. Методы математической физики, т. I. М.—Л., Гостехиздат, 1951. 7. Круковский Н. М. Дифференциальные уравнения, т. XII, № 10, 1976. 8. Келдыш М. В. ДАН СССР, 77, № 1, 1951.

Азербайджанский институт народного хозяйства

Поступило 18. V 1981

Т. М. Керимов

2-ЧИ ТЭРТИБ ЕЛЛИПТИК ТЭНЛИКЛЭР ҮЧҮН ГОЈУЛМУШ ГАРЫШЫГ СЭРҲЭД МЭСЭЛЭСИНИН МӘХСУСИ ВӘ ГОШМА ФУНКСИЈАЛАР СИСТЕМИНИН ТАМЛЫҒЫ

Мәгаләдә исбат олунур ки, 2-чи тәртиб еллиптик тәнликләр үчүн гојулмуш гарышыг сәрһэд мәсәләсинин $W_{2,0}^1(G)$ -дән көтүрүлмүш үмумиләшмиш мөхсуси вә гошма фун-сијалар системи $W_{2,0}^1(G)$ -дә тамдыр.

Т. М. Kerimov

ON COMPLETENESS OF SYSTEM OF PROPER AND CONJOINED FUNCTIONS OF A MIXED BOUNDARY PROBLEM FOR THE ELLIPTIC EQUATION OF THE SECOND ORDER

An operator generated by an elliptic differential equation in a restricted area and boundary condition of the type $\theta_1(x)u_\nu + \theta_2(x)u|_r = 0$, where ν is conormal, $W_{2,0}^1(G)$ turns to zero on some subset of the boundary, are considered in this paper. The completeness of the system of the generalized proper and conjoined functions of the considered problem is also proved.

Б. И. МУСАЕВ

ОБ ОДНОМ КВАДРАТУРНОМ ПРОЦЕССЕ ДЛЯ ОСОБОГО ИНТЕГРАЛА

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

1. Рассмотрим сингулярный интеграл (СИ)

$$\tilde{f}(x) = \int_{-1}^1 f(\xi) (\xi - x)^{-1} d\xi, \quad x \in (-1, 1). \quad (1)$$

Для изучения свойства СИ по разомкнутой кривой с непрерывной плотностью был введен ряд классов и пространств функций H^* [1], $H_{\alpha, \beta, \gamma}$ [2], $H_{\alpha, \beta}$ [3, 4], $M_{\alpha_1, \beta_1}^{\alpha_2, \beta_2}$ [5], $\dot{H}_\mu(\rho)$ [6], $H_{\alpha_1, \beta_1}^{\alpha_2, \beta_2} + H_{\alpha_2, \beta_2}^{\alpha_1, \beta_1}$ [5] и т. д. В работах [5, 7] дано подробное описание различных подходов в изучении СИ по разомкнутому контуру и приводится сравнение указанных классов функций.

Существует ряд методов построения и получения оценки погрешности усложненных квадратурных формул для СИ (1) (см. [8—13]). В данной работе приводится один квадратурный процесс для СИ (1) в случае, когда $f \in \dot{H}_\mu(\rho)$ и доказывается неулучшаемость по порядку полученной оценки погрешности. Далее приводится сравнение полученной оценки погрешности с ранее известными результатами в пространствах, изоморфных $\dot{H}_\mu(\rho)$.

Обозначим через $\dot{H}_\mu(\rho)$ совокупность функций $f \in C_{(-1, 1)}$, допускающих представление $f(x) = \varphi(x)|\rho(x)$, где $\varphi \in \dot{H}_\mu = \{\varphi \in H_\mu | \varphi(\pm 1) = 0\}$, $\rho(x) = (1+x)^\alpha(1-x)^\beta$, $\alpha > 0$, $\beta > 0$, а через H_μ — множество функций, определенных на $[-1, 1]$ и удовлетворяющих условию Гельдера с показателем $\mu \in (0, 1]$.

Из результатов [2, 6, 14, 15] следует, что для того, чтобы оператор (1) действовал ограниченно в $\dot{H}_\mu(\rho)$, необходимо и достаточно, чтобы $0 < \mu$, $\alpha - \mu$, $\beta - \mu < 1$. Итак, если $f = \varphi|\rho$, $\varphi \in \dot{H}_\mu$, $0 < \mu$, $\alpha - \mu$, $\beta - \mu < 1$, то и образ интеграла (1) также имеет вид: $\tilde{f} = \tilde{\varphi}|\rho$, где $\tilde{\varphi} \in \dot{H}_\mu$. Поэтому для приближенного вычисления интеграла (1) (т. е. значения функции $\tilde{f}(x)$) в заданных точках интервала $(-1, 1)$ следует вычислить соответствующие значения интеграла

$$\tilde{\varphi}(x) = \rho(x) \int_{-1}^1 \frac{\varphi(t)}{\rho(t)(t-x)} dt, \quad x \in (-1, 1). \quad (2)$$

Очевидно, что интеграл (2) можно представить в виде

$$\varphi(x) = \int_{-1}^1 \frac{\psi(t, x)}{\rho(t)(t-x)} dt + \varphi(x) \ln \frac{1-x}{1+x}, \quad (3)$$

где $\psi(t, x) = \varphi(t)\rho(x) - \varphi(x)\rho(t)$,

В дальнейшем будем предполагать, что $\varphi \in \dot{H}_\mu$ и $0 < \mu, \alpha - \mu, \beta - \mu < 1$. Для $\varphi \in \dot{H}_\mu$ введем

$$\|\varphi\|_\mu = \sup (\varphi(x_1) - \varphi(x_2)) \cdot |x_1 - x_2|^{-\mu} \quad (x_1, x_2 \in [-1, 1], x_1 \neq x_2).$$

Обозначим

$$\dot{H}_\mu(M) = \{\varphi \in \dot{H}_\mu \mid \|\varphi\|_\mu \leq M, M > 0\}.$$

Разобьем отрезок $[-1, 1]$ на n равных частей точками $t_j = -1 + jh, j = 0, 1, \dots, n$ и $h = 2/n$. Пусть $\bar{t}_j = -1 + (2j-1)h/2, j = 1, \dots, n$. Выражение вида

$$L_n(\varphi, \bar{t}_j) = \begin{cases} \sum_{k=2}^{n-1} \frac{\psi(\bar{t}_k, \bar{t}_j)}{\rho(\bar{t}_k)} \int_{t_{k-1}}^{t_k} \frac{dt}{t-\bar{t}_j} + \varphi(\bar{t}_j) \ln \frac{1-\bar{t}_j}{1+\bar{t}_j}, & j=1 \text{ и } j=n, \\ \left(\sum_{k=2}^{j-1} + \sum_{k=j+2}^{n-1} \right) \frac{\psi(\bar{t}_k, \bar{t}_j)}{\rho(\bar{t}_k)} \int_{t_{k-1}}^{t_k} \frac{dt}{t-\bar{t}_j} + \varphi(\bar{t}_j) \ln \frac{1-\bar{t}_j}{1+\bar{t}_j} & j=2, \dots, n-1, \end{cases}$$

где при $j=2$ и $j=n-1$ отсутствует соответственно сумма $\sum_{k=2}^{j-1}$ и $\sum_{k=j+2}^{n-1}$, принимаем за приближенные значения $\tilde{\varphi}(\bar{t}_j), j = 1, \dots, n$.

Теорема. Для любого $0 < h = \frac{2}{n} \leq \frac{1}{2}$ справедливо соотношение*

$$R_n = \sup_{\varphi \in \dot{H}_\mu(M)} \max_{j=1, \dots, n} |\tilde{\varphi}(\bar{t}_j) - L_n(\varphi, \bar{t}_j)| \leq M \begin{cases} h^\mu \ln \frac{1}{h}, & \text{если } \mu < \alpha, \beta \leq 1, \\ h^{1+\mu-\alpha}, & \text{если } 1 < \alpha < 1+\mu, \mu < \beta \leq 1, \\ h^{1+\mu-\beta}, & \text{если } \mu < \alpha \leq 1, 1 < \beta < 1+\mu, \\ h^{1+\mu-\alpha} + h^{1+\mu-\beta}, & \text{если } 1 < \alpha, \beta < 1+\mu. \end{cases}$$

Оценка сверху для R_n следует из следующих представлений:

$$\tilde{\varphi}(\bar{t}_j) - L_n(\varphi, \bar{t}_j) = \left(\int_{-1}^{t_1} + \int_{t_{n-1}}^1 \right) \frac{\psi(t, \bar{t}_j)}{\rho(t)(t-\bar{t}_j)} dt + \sum_{k=2}^{n-1} \int_{t_{k-1}}^{t_k} \left(\frac{\psi(t, \bar{t}_j)}{\rho(t)} - \frac{\psi(\bar{t}_k, \bar{t}_j)}{\rho(\bar{t}_k)} \right) \frac{dt}{t-\bar{t}_j}, \quad j=1, j=n,$$

* $a_n \asymp b_n$ означает, что \exists постоянные $A, B > 0$ такие, что $A \cdot a_n \leq b_n \leq B \cdot a_n$.

$$\tilde{\varphi}(\bar{t}_j) - L_n(\varphi, \bar{t}_j) = \left(\int_{-1}^{t_1} + \int_{t_{j-1}}^{t_j} + \int_{t_{n-1}}^1 \right) \frac{\psi(t, \bar{t}_j)}{\rho(t)(t-\bar{t}_j)} dt + \left(\sum_{k=2}^{j-1} + \sum_{k=j+1}^{n-1} \right) \int_{t_{k-1}}^{t_k} \left(\frac{\psi(t, \bar{t}_j)}{\rho(t)} - \frac{\psi(\bar{t}_k, \bar{t}_j)}{\rho(\bar{t}_k)} \right) \frac{dt}{t-\bar{t}_j}, \quad j=2, \dots, n-1$$

и почленной оценки слагаемых, входящих в правую часть.

Оценка снизу для R_n достигается, например, для функции

$$\varphi_0(t) = \begin{cases} -M \cdot g(t), & t \in [-1, t_{\frac{n}{2}}], \\ M \cdot g(t), & t \in [t_{\frac{n}{2}}, 1], \end{cases} \quad (n - \text{четное}),$$

где

$$g(t) = \begin{cases} (1+t)^\mu, & \text{если } t \in [-1, (-1+\bar{t}_1)/2]; \\ (t_1-t)^\mu, & \text{если } t \in [(-1+\bar{t}_1)/2, \bar{t}_1], \\ ((t-\bar{t}_1)^\mu, & \text{если } t \in [\bar{t}_1, t_1] \\ (\bar{t}_{i+1}-t)^\mu, & \text{если } t \in [t_i, \bar{t}_{i+1}] \end{cases} \quad (i=1, \dots, n, i \neq n, 2), \\ \begin{cases} 0, & \text{если } t \in [t_{\frac{n}{2}}, t_{\frac{n}{2}+1}], \\ (t-\bar{t}_n)^\mu, & \text{если } t \in [\bar{t}_n, (1+\bar{t}_n)/2], \\ (1-t)^\mu, & \text{если } t \in [(1+\bar{t}_n)/2, 1]. \end{cases}$$

3. Сравнение с другими результатами (в обозначениях цитируемых работ). Пусть $f \in C_{(-1,1)}$. По определению $f \in H_{\alpha, \beta, \gamma}, 0 < \alpha, \beta, \gamma < 1$, если существуют постоянные $C_1, C_2 > 0$, что

$$|f(x)| \leq C_1 (1+x)^{-\alpha} (1-x)^{-\beta}, \quad |f(x+\Delta x) - f(x)| \leq C_2 (\Delta x)^\gamma (1+x)^{-\alpha-\gamma} (1-\Delta x-x)^{-\beta-\gamma}, \quad (4)$$

где $0 < \Delta x \leq \frac{1}{2} \min\{1+x, 1-x\}$ и $\|f\|_{H_{\alpha, \beta, \gamma}} = \inf\{C_1, C_2\}$, где C_1, C_2 удовлетворяют неравенствам (4).

Если $f \in H_{\alpha, \beta, \gamma}, 0 < \alpha, \beta, \gamma, \alpha+\gamma, \beta+\gamma < 1$, то при $0 < h \leq \frac{1}{2} \min\{1+x, 1-x\}$ справедливо неравенство [9]

$$|\tilde{f}(x) - S^{(N)}(f, x)| \leq C \cdot \|f\|_{H_{\alpha, \beta, \gamma}} \cdot ((1+x)^{-\alpha-\gamma} + (1-x)^{-\beta-\gamma}) h^\gamma \ln \frac{1}{h}. \quad (5)$$

Если $f \in H_{\alpha, \beta, \gamma}$, то при $n \geq 4$ и $x \in (-1, 0]$ справедливо неравенство [12].

$$|\tilde{f}(x) - L_{\tilde{\varphi}_1, \tilde{\varphi}_2}^\circ(x, h)| \leq C \cdot \|f\|_{H_{\alpha, \beta, \gamma}} \times \begin{cases} D(h, 1+x, \alpha+\gamma, \gamma), & \text{если } \alpha+\gamma \leq 1. \\ D(h, 1+x, \alpha+\gamma, 1-\alpha) & \text{если } \alpha+\gamma > 1. \end{cases} \quad (6)$$

где $D(h, r, l, m) = r^{-1} \cdot h^m \ln \frac{1}{h}$. Аналогичная оценка верна и для $x \in [0, 1)$.

Если $f \in H_{\alpha, \beta, \gamma}$ то при $x \in (-1, 0]$ справедливо неравенство [13]

$$|\hat{f}(x) - L(x, h)| \leq C \cdot \|f\|_{H_{\alpha, \beta, \gamma}} \times \begin{cases} \frac{h^{1-\alpha}}{1+x} + \frac{h^\gamma}{(1+x)^{\alpha+\gamma}} \ln \frac{e(1+x)}{h} + h^{1-\beta}, & \text{если } h \leq 1+x, \\ \frac{1}{(1+x)^\alpha} \cdot \ln \frac{eh}{1+x}, & \text{если } h > 1+x. \end{cases} \quad (7)$$

Аналогичная оценка верна и для $x \in [0, 1)$.

Так как [5,7] $\hat{H}_\mu(\rho) \stackrel{\text{изом}}{=} H_{\alpha-\mu, \beta-\mu, \mu}$, то для функции $f \in \hat{H}_\mu(\rho)$ оценки (5), (6) и (7) при $\mu < \alpha, \beta < 1$ по порядку совпадают с оценкой сверху для R_n . В случаях $1 \leq \alpha, \beta < 1 + \mu$ (в работе [9] эти случаи не рассмотрены) оценка сверху для R_n по порядку лучше оценки (6) и по порядку совпадает с оценкой (7). Кроме того, в указанных работах отсутствует оценка снизу для R_n .

Литература

1. Мухелишвили Н. И. Сингулярные интегральные уравнения. М., "Наука", 1968; 2. Гусейнов А. И. Изв. АН ССР. сер. физ.-мат. наук, т. 12, № 2, 193—212, 1949; 3. Бабаев А. А. ДАН СССР, т. 170, № 5, 1003—1005, 1966; 4. Салаев В. В. Ученые записки АГУ им. С. М. Кирова, серия физ.-мат. наук, № 6, 12—17, 1966; 5. Салаев В. В. Ученые записки МВНССО Азерб. ССР, серия физ.-мат. наук, № 1, 45—52, 1976; 6. Дудучава Р. В. ДАН СССР, т. 191, № 1, 16—19, 1970; 7. Салаев В. В. Теория приближения функций. Катуга, 24—28] июля 1975; М., "Наука", 315—322, 1977; 8. Иванов В. В. Теория приближенных методов и ее применение к численному решению сингулярных интегральных уравнений. Киев, "Наукова думка", 1964; 9. Бабаев А. А., Салдырханов Р. С. ДАН СССР, т. 214, № 4, 743—746, 1974; 10. Бойков И. В. ДАН СССР, т. 224, № 6, 1241—1244, 1975; 11. Лифанов И. К., Полонский Я. Е. ПММ, т. 39, вып. 4, 742—746, 1975; 12. Мусаев Б. И. Изв. вузов. Математика, № 8, 56—67, 1977; 13. Муратшаева Э. Д. Ученые записки МВНССО Азерб. ССР, серия, Физ.-мат. наук, № 5, 31—38, 1978; 14. Салаев В. В. Докт. дисс. Баку, 1975; 15. Абдуллаев С. К., Бабаев А. А. ДАН Азерб. ССР, т. 35, № 5, 3—6, 1979.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 26. XI 1980

Б. И. Мусаев

МӘХСУСИ ИНТЕГРАЛ ҮЧҮН БИР КВАДРАТУР ПРОСЕС ҲАГГЫНДА

Мәгаләдә

$$\tilde{f}(x) = \int_{-1}^1 f(\xi) (\xi - x)^{-1} d\xi, \quad x \in (-1, 1)$$

мәхсуси интегралы үчүн чәкили $\hat{H}_\mu(\rho)$ фәзасында бир квадратур дүстур гурулур ва бу һалда бураһылан хәта гиймәтләндирилур. Бу гиймәтләндирмә $\hat{H}_\mu(\rho)$ фәзасында изоморф олан фәзаларда мәлум нәтичәләрлә мугајисә едилур.

B. I. Musaev

ON ONE QUADRATURE PROCESS FOR THE SINGULAR INTEGRAL

In this article for the singular integral $\tilde{f}(x) = \int_{-1}^1 f(\xi) (\xi - x)^{-1} d\xi$ one quadrature process in the case when f belongs to Gelder weight spaces $\hat{H}_\mu(\rho)$ is considered

and nonimproveness by the order of the received estimate of error is proved.

УДК 517.946

МАТЕМАТИКА

К. Н. СОЛТАНОВ

ОБ ОДНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧЕ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО ТИПА

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

Рассматривается следующая задача

$$\frac{\partial u}{\partial t} - A(x, t, u) L^2 u + B(x, t, u, Du) = h(x, t), \quad (1)$$

$$u(x, 0) = 0, \quad u(a, t) = u(b, t) = 0, \quad (2)$$

где $(x, t) \in Q = [a, b] \times [0, T] \cong \Omega \times [0, T]$.

Уравнение типа (1) было изучено в работах [3, 4, 5, 6] в одномерном и многомерном случаях второго и высокого порядка при условии, что функция $A(x, t, \xi)$ удовлетворяет неравенству

$$A_0 |\xi|^p \leq A(x, t, \xi) \leq A_1 |\xi|^p \quad \text{для } (x, t, \xi) \in Q \times R^1,$$

где $A_0, A_1 > 0 - \text{const.}, p > 0$.

В настоящей работе результаты [3, 6] обобщаются на случай когда функция $A(x, t, \xi)$ имеет, например, вид полинома по переменной ξ .

Пусть функция $A(x, t, \xi)$ удовлетворяет следующим условиям. Имеет место разложение

$$A(x, t, \xi) = \sum_{i=0}^m A_i(x, t, \xi),$$

где функции $A_i(x, t, \xi)$ такие, что

1) $\exists c_i, C_i \geq 0 - \text{const.}, \rho_i \geq 0$ такие, что

$$C_i |\xi|^{\rho_i} \leq |A_i(x, t, \xi)| \leq c_i |\xi|^{\rho_i}, \quad i = 0, 1, \dots, m, \quad (3)$$

при этом $\rho_{i+1} > \rho_i$; 2) $\exists A_0 > 0 - \text{const.}$ такое, что

$$A(x, t, \xi) \geq A_0 (|\xi|^{\rho_0} + |\xi|^{\rho_m});$$

3) $A_i(x, t, \xi)$ для всех $i: 0 \leq i \leq m$ удовлетворяет условию Каратеодори по $(x, t, \xi) \in Q \times R^1$.

Функция $A(x, t, \xi)$, например, может быть одной из следующих функций:

а) $A(x, t, \xi) = a_0 \xi^2 - a_1 \xi + a_2$ ($a_j \geq 0, j = 0, 1, 2$);

б) $A(x, t, \xi) = a_0 |\xi|^m + \sum_{j=1}^{m-1} a_j \xi^{m-j} + a_m |\xi|^{m-m_0}$,

где $0 \leq m_0 \leq m, a_0 > 0, a_m > 0$. Ясно, что коэффициенты могут зависеть от переменных (x, t, ξ) .

Пусть оператор $B(x, t, u, Du)$ является подчиненным, т. е. функция $B(x, t, \xi, \eta)$ удовлетворяет условию:

$$B(x, t, \xi, \eta) \leq b_0(|\xi|^{\beta_0} + |\eta|^{\beta_1}),$$

где $\rho_0/2 \leq \beta_0 \leq \rho_m + 1$, $\beta_1 + \beta_2 = \rho + 1$, $0 \leq \beta_2 \leq \frac{\rho_0 + 2}{\rho_0 + 1}$, $\rho_0 \leq \rho \leq \rho_m$ и $0 < b_0 < A_0$.

А при $\beta_0 < \rho_0/2$ будем считать, что $B(x, t, \xi, \eta) = B_1(x, t, \xi) + B_2(x, t, \xi, \eta)$, где $|B_1(x, t, \xi)| \leq b_0|\xi|^{\beta_0}$, $|B_2(x, t, \xi, \eta)| \leq b_0|\xi|^{\beta_1}|\eta|^{\beta_2}$, B_1 удовлетворяет условию Каратеодори по $(x, t, \xi, \eta) \in Q \times R^2$.

Введем следующий класс функций

$$\begin{aligned} \dot{M}(Q) = \{ & u(x, t) \mid u(x, t) \in L_{\rho_m}(Q) \cap L^\infty(0, T; \dot{H}^1(\Omega)), \\ & |u|^{(\rho_1-1)/2} u \in L_{2q_1}(0, T; W_{2q_1}^1(\Omega)), |u|^{\rho_1} u \in L_{r_1}(0, T; W_{r_1}^2(\Omega)), \\ & \frac{\partial u}{\partial t} \in L_{q_m}(Q), u(0) = 0, \rho_1 = \rho_i + 2, q_1 = \frac{\rho_1 + 2}{\rho_1 + 1}, 0 \leq i \leq m \}. \end{aligned} \quad (4)$$

Определение 1. Функция $u(x, t) \in \dot{M}(Q)$ называется решением задачи (1), (2), если она удовлетворяет уравнению (1) в смысле пространства $L_{q_m}(Q)$, т. е. для $\forall v(x, t) \in \dot{L}_{\rho_m}(Q)$ справедливо равенство

$$\left[\frac{\partial u}{\partial t}, v \right] - [A(x, t, u) D^2 u, v] + [B(x, t, u, Du), v] = [h, v], \quad (5)$$

где $[v, \psi] = \int_Q v \psi dx dt$.

Теорема разрешимости. Для $\forall h(x, t) \in L_{\rho_m}(0, T; \dot{W}_{q_m}^1(\Omega))$

задача (1), (2) в условиях 1) — 3) разрешима в $\dot{M}(Q)$.

Для доказательства теоремы используется метод компактности. Поэтому в начале доказывается некоторое утверждение теоремы о вложении, которое дает возможность использовать теоремы компактности.

Пусть $\Omega \subset R^n$ — ограниченная область ($n \geq 1$) с границей, удовлетворяющей условию конуса [2].

Лемма 1. Пусть числа $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$ и α_3 такие, что $\alpha_3 > 0$, $0 \leq \alpha_0 \leq \alpha_1 \leq \alpha_2$. Тогда для $\forall v(x) \in C^2(\Omega)$ имеет место неравенство

$$\int_{\Omega} |v|^{\alpha_1} |D_i^{\gamma} v| dx \leq K_0 \int_{\Omega} |v|^{\alpha_0} |D_i^{\gamma} v|^{\alpha_2} dx + K_1 \int_{\Omega} |v|^{\alpha_1} |D_i^{\gamma} v|^{\alpha_3} dx,$$

где $K_0, K_1 > 0$ — const. (Здесь и в дальнейшем) $i = \overline{1, n}$, $\gamma = 1, 2$.

Для доказательства используется неравенство Юнга с показателем $n = (\alpha_2 - \alpha_0)(\alpha_2 - \alpha_1)$. При этом для постоянных K_1 и K_2 можно написать точные выражения: $K_0 = \varepsilon(\alpha_2 - \alpha_1)(\alpha_2 - \alpha_0)$, $K_1 = (\alpha_1 - \alpha_0)/\varepsilon(\alpha_2 - \alpha_1)$.

Лемма 2. Пусть числа $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$ и α_3 такие, что $\alpha_0 > 0$, $0 \leq \alpha_1 \leq \alpha_2 \leq \alpha_3$. Тогда для $\forall v(x) \in C^2(\Omega)$ имеет место неравенство

$$\int_{\Omega} |v|^{\alpha_0} |D_i^{\gamma} v|^{\alpha_2} dx \leq K_1 \int_{\Omega} |v|^{\alpha_1} |D_i^{\gamma} v|^{\alpha_2} dx + K_2 \int_{\Omega} |v|^{\alpha_0} |D_i^{\gamma} v|^{\alpha_3} dx, \quad \gamma = 1, 2$$

Для доказательства используется неравенство Юнга с показателем $p = (\alpha_3 - \alpha_1)/(\alpha_3 - \alpha_2)$.

Лемма 3. Пусть числа $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \beta_0, \beta_1, \beta_2$ такие, что $\beta_2 \geq \beta_1 \geq \beta_0 \geq 1$, $\alpha_2 \geq \alpha_1 \geq \alpha_0 \geq 0$ и $\frac{\beta_2 - \beta_0}{\beta_1 - \beta_0} = \frac{\alpha_2 - \alpha_0}{\alpha_1 - \alpha_0}$ или $\frac{\beta_2 - \beta_1}{\beta_1 - \beta_0} = \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\alpha_1 - \alpha_0}$.

Тогда для $\forall v(x) \in C^2(\Omega)$ справедливо неравенство

$$\int_{\Omega} |v|^{\alpha_1} |D_i^{\gamma} v|^{\beta_1} dx \leq K_0 \int_{\Omega} |v|^{\alpha_0} |D_i^{\gamma} v|^{\beta_0} dx + K_1 \int_{\Omega} |v|^{\alpha_2} |D_i^{\gamma} v|^{\beta_2} dx, \quad \gamma = 1, 2.$$

Заметим, что в леммах 2, 3 также можно написать выражение для K_0, K_1 через α_j, β_j ($j = 0, 1, 2$), $i = \overline{1, n}$.

Введем следующие множества:

$$S_{\gamma, \alpha, \beta}^0(\Omega) = \left\{ v(x) \mid \sum_{i,j} \int_{\Omega} |v|^{\alpha} |D_i D_j^{-1} v|^{\beta} dx < +\infty, v|_{\partial\Omega} = 0 \right\}.$$

где $\alpha \geq 0, \beta \geq 1, \gamma = 1, 2$.

Как известно (см., например, [3]), множества $S_{\gamma, \alpha, \beta}^0(\Omega)$ являются полунормированными множествами с полунормами

$$[v]_{S_{\gamma, \alpha, \beta}^0} = \left\{ \sum_{i,j} \int_{\Omega} |v|^{\alpha} |D_i D_j^{-1} v|^{\beta} dx \right\}^{1/(\alpha + \beta)}.$$

Рассмотрим пересечение двух таких множеств при одинаковых γ :

$$S_{\gamma}^0(\Omega) = S_{\gamma, \alpha_0, \beta_0}^0(\Omega) \cap S_{\gamma, \alpha_1, \beta_1}^0(\Omega), \quad \gamma = 1, 2, \alpha_0, \alpha_1 \geq 0, \beta_0, \beta_1 \geq 1;$$

Предложение 1. Множество $S_{\gamma}^0(\Omega)$ является полунормированным множеством с полунормой

$$[v]_{S_{\gamma}^0} = [v]_{S_{\gamma, \alpha_0, \beta_0}^0} + [v]_{S_{\gamma, \alpha_1, \beta_1}^0}.$$

Доказательство очевидно.

Теорема 1. Пусть $0 \leq \alpha_0 \leq \alpha \leq \alpha_1$ и $\beta_0 \leq \beta = \beta_1 \geq 1$ или $1 \leq \beta_0 \leq \beta \leq \beta_1$ и $\alpha_0 = \alpha = \alpha_1 \geq 0$. Тогда имеет место вложение

$$S_{\gamma}^0(\Omega) \subset S_{\gamma, \alpha, \beta}^0(\Omega).$$

Теорема 2. Пусть $0 \leq \alpha_0 \leq \alpha \leq \alpha_1$ ($0 \leq \alpha_1 \leq \alpha \leq \alpha_0$) и $1 \leq \beta_0 \leq \beta \leq \beta_1$.

Тогда, если имеет место равенство $\frac{\alpha_1 - \alpha}{\alpha_1 - \alpha_0} = \frac{\beta_1 - \beta}{\beta_1 - \beta_0}$, то справедливо включение $S_{\gamma}^0(\Omega) \subset S_{\gamma, \alpha, \beta}^0(\Omega)$.

Для доказательства этих теорем используются леммы 1—3.

Как было доказано в работах [3, 4], для полунормированных множеств $S_{\gamma, \alpha, \beta}^0(\Omega)$ имеют место теоремы о компактности вложения (теоремы 1—4). (Ясно, что и здесь можно было рассмотреть множества $S_{\gamma, \alpha, \beta}^0(\Omega)$, т. е. с ненулевыми граничными значениями). Аналогичные теоремы о компактности вложения имеют место и для множеств $S_{\gamma}^0(\Omega)$ и $p_{\gamma}^0(\Omega)$, определенных соответствующим образом.

Замечание 1. Аналогичным образом можно обобщить и результаты работы [4,5]. На случай уравнений высокого порядка в двухмерном случае

$$\frac{\partial u}{\partial t} + A(x, t, u, Du, \dots, D^{2m-2}u) D^{2m}u + B(x, t, u, Du, \dots, D^{2m-1}u) = h(x, t),$$

где $(x, t) \in Q \equiv [a, b] \times [0, T]$.

Замечание 2. Используя предыдущие результаты, можно доказать более общую теорему (см. [6]) о разрешимости в многомерном случае для параболической задачи с уравнением:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \sum_{2 < |\alpha|, |\beta| < m} (-1)^{|\alpha|} D^\alpha (A_{\alpha\beta}(x, t, u, \dots, D^\gamma u) D^\beta u) + B(x, t, u, \dots, D^\delta u) = h(x, t),$$

где $(x, t) \in Q \equiv \Omega \times [0, T]$, $|\alpha| = |\beta| - 2$, $|\delta| \leq 2m - 1$, $\Omega \subset R^n$ ($n > 1$) $B(x, t, u, \dots, D^\delta u)$ — подчиненный оператор.

При этом предполагается, что коэффициенты $A(x, t, \xi)$ и $A_{\alpha\beta}(x, t, \xi)$ удовлетворяют условиям, аналогичным условиям, налагаемым на $A(x, t, \xi)$ в настоящей работе.

Автор выражает благодарность Ю. А. Дубинскому за ценные советы.

Литература

1. Дубинский Ю. А. Математический сборник, 67 (109), 4, 1965.
2. Соболев С. Л. Некоторые применения функ. анал. в матем. физ. М., 1957.
3. Солтанов К. Н. Труды МЭИ, 201, 1974 и 240, 1975.
4. Солтанов К. Н. «ДАН СССР», 222, 2, 1975.
5. Солтанов К. Н. «Дифференциальные уравнения», № 5, 882—887, 1980.

Институт математики и механики

Поступило 11. VI 1980.

К. Н. Солтанов

БИР НӨВ ГЕЈРИ-ХЭТТИ ПАРАБОЛИК ТИП МЭСЭЛЭЛЭР ҺАГГЫНДА

Мәгаләдә намәлум шәкилдә чырлашан гејри-хәтти параболик тип мәсәлэләр өјрәнилір. Бурада гејри-хәтти јарымнормалы чоһлуғлар арасында даһилолма теоремләри исбат олунур ки, бу да гојулмуш мәсәләни өјрәнмәк үчүн компактлығ теоремләриндән истифадә етмәјә имкан верир.

Бахылан мәсәләни һәллини варлығы исбат едилір. Гејд олунур ки, исбат едилмиш даһилолма теоремләринин көмәји илә даһа үмуми мәсәлэләр үчүн варлығ теоремләри исбат едилмишдир.

K. N. Soltanov

ON ONE PARABOLIC TYPE NON-LINEAR PROBLEM

A parabolic type non-linear problem with implicit degeneration is studied. In addition an imbedding theorem among non-linear semi-normed sets giving the way to application of compactness theorems is proved.

A solvability theorem for the considered problem is proved. Possible generalizations of the problem, the solvability of which follows from the proved imbedding theorem, are reduced.

М. А. МЕХТНІЕВ

ТЕОРИЯ ПРИМЕСНЫХ СОСТОЯНИЙ БЕСЩЕЛЕВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

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

Бесщелевые полупроводники типа HgTe характеризуются инверсной зонной структурой, в которой зона проводимости и тяжелых дырок вырождены в точке $k=0$ зоны Бриллюэна, а зона легких дырок расположена ниже дна зоны проводимости на расстоянии ϵ_g (для HgTe $\epsilon_g = 0,3$ эв). Эффективные массы электронов m_e в них на порядок меньше эффективной массы тяжелых дырок m_p .

Впервые примесные состояния в материалах с вырожденными зонами были рассмотрены в [1,2]. В работах [3,4] [гамильтониан Латтинджера, полученный в [1,2], применялся для исследования примесных состояний в бесщелевых материалах типа HgTe с кулоновским потенциалом примеси.

В настоящей работе мы покажем, что гамильтониан Латтинджера не применим к задаче акцепторных состояний в интересующих нас материалах, так как отброшенные при получении гамильтониан поправки к энергии и волновым функциям не малы.

Действительно, в гамильтониане Латтинджера фигурируют энергии типа $\frac{\hat{p}^2}{2m_1}$, где m_1 — эффективные массы, \hat{p} — оператор импульса. В примесной задаче наряду с такими энергиями возникают энергетические члены типа $\frac{U(r)}{\epsilon_g} \frac{\hat{p}^2}{2m_1}$ и $-h \frac{(\bar{\Delta}U(\vec{r}))}{\epsilon_g 2m_1}$, где $U(\vec{r})$ — потенциал примеси, ϵ_g — минимальное энергетическое расстояние между вырожденной зоной и другими зонами, $\bar{\Delta}$ — оператор Набла, h — постоянная Планка.

Если бы все эффективные массы, фигурирующие в задаче, были бы одного и того же порядка, то эти члены имели бы дополнительную степень малости $(\frac{\bar{U}}{\epsilon_g} \ll 1)$, поэтому можно было бы отбросить их. Тогда мы пришли бы к результату [1,2]. Но поскольку в бесщелевых материалах эффективные массы сильно отличаются, то может отказаться, что члены типа $\frac{U}{\epsilon_g} \frac{\hat{p}^2}{2m_e}$ будет одного порядка с энер-

гией $\frac{\hat{p}^2}{2m_p}$. Поэтому в гамильтониане задачи необходимо оставлять такие члены.

Для ясности кратко изложим Латтинджера [2]. Согласно этому методу, любые электронные состояния в кристалле можно представить в следующем виде:

$$\psi_E[\vec{r}] = \sum_i f_i^E[\vec{r}] u_i[\vec{r}], \quad (1)$$

где функции $u_i[\vec{r}]$ — периодические решения уравнения Шредингера идеального кристалла:

$$\left(\frac{\hat{p}^2}{2m_0} + v[\vec{r}] \right) u_i[\vec{r}] + \epsilon_i v_i[\vec{r}], \quad (2)$$

m_0 — масса свободного электрона, $v[\vec{r}]$ — периодический потенциал решетки, ϵ_i — энергии зоны i при $k=0$, $f_i[\vec{r}]$ — огибающие функции, изменяющиеся плавно вдоль кристалла. Сумма по i в (1) распространяется по всем решениям уравнения (2).

Для функций $f_i(\vec{r})$, исходя из (1) и гамильтониана кристалла с примесью, можем получить следующую бесконечную систему дифференциальных уравнений

$$\left(\frac{\hat{p}^2}{2m_0} + \epsilon_i + U(r) - E \right) f_i(\vec{r}) + \sum_{j \neq i} \frac{\vec{P}_{ij} \hat{p}}{m_0} f_j(\vec{r}) = 0$$

где $\vec{P}_{ij} = \int d\vec{r} u_i^*(\vec{r}) \hat{p} u_j(\vec{r})$. (3)

Если интересующее нас состояние обладает энергией, близкой ϵ_i , то ясно, что в (1) в основном будут фигурировать функции $f_j(\vec{r})$ с индексами j , для которых ϵ_j близка ϵ_i .

Предположим, что примесный уровень расположен близко к четырехкратно вырожденному уровню идеального кристалла ($i=1, 2, 3, 4$). Для функций f_i с $j \neq i$ выпишем уравнения в виде

$$f_i(\vec{r}) = - \frac{1}{\frac{\hat{p}^2}{2m_0} + \epsilon_i + U(r) - E} \sum_{j' \neq i} \frac{\vec{P}_{ij'} \hat{p}}{m_0} f_{j'}(\vec{r}). \quad (4)$$

Идея Латтинджера состоит в том, что если E близка ϵ_i , то $f_i(\vec{r}) \gg f_{j'}(\vec{r})$, поэтому в правой части (4) в сумме по j' можно оставлять слабые с $j' = i'$. Кроме того, из-за условия $\epsilon \gg \frac{\hat{p}^2}{2m_0}$, $U(\vec{r})$, E в знаменателе следует оставить только ϵ_j . Тогда

$$f_i(\vec{r}) = - \sum_{j'} \frac{\vec{P}_{ij'} \hat{p}}{m_0 \epsilon_j} f_{j'}(\vec{r}). \quad (5)$$

Отметим, что при этом пренебрегают величиной, отличающейся от правой части (5) фактором порядка $\frac{U}{\epsilon_E}$, где \bar{U} среднее значение

потенциальной энергии, ϵ_E — меньшая из всех ϵ_j . Для бесщелевого материала типа HgTe $\frac{\bar{U}}{\epsilon_E}$ имеет величину порядка 10^{-1} (считаем, что $\frac{p^2}{2m_0} \ll \bar{U}$). Подставляя (5) в (3), получаем уравнение Латтинджера

$$\left(\frac{\hat{p}^2}{2m_0} + \epsilon_i + U(r) - E \right) f_i(\vec{r}) - \sum_{j, j'} \frac{(\vec{P}_{ij} \hat{p})(\vec{P}_{j'j} \hat{p})}{m_0^2 \epsilon_j} f_{j'}(\vec{r}) = 0. \quad (6)$$

Как показано в [2], для кристалла с кубической симметрией, матрица этой системы уравнений определяется тремя константами A, B, C . Для бесщелевых материалов две из этих констант A, C , которые в основном связаны с $s-p$ взаимодействием вырожденной зоны (p -зона) с зоной легких дырок (s -зона), определяют эффективную массу легких частиц m_e . Третья константа B связана с взаимодействием вырожденной зоны с более далекими зонами, определяет эффективную массу тяжелых дырок m_p .

Вследствие того, что в бесщелевых материалах $m_e \ll m_p$, имеем $B \ll A, C$.

В уравнениях (6) наряду с членами, пропорциональными A, C , сохранены члены, пропорциональные константе B , т. е. сохранены члены, отличающиеся друг от друга на порядок $\left(\frac{B}{A} \sim 10^{-1} \right)$. В то

же время при решении уравнения (4), которое используется для получения (6), можно пренебречь малыми членами, пропорциональными $\frac{\bar{U}}{\epsilon_E} \left(\frac{\bar{U}}{\epsilon_E} \sim 10^{-1} \right)$. Отсюда следует, что для бесщелевых материалов уравнения (6) будут неточными.

Для получения правильных уравнений в (4) учтем и первую поправку относительно $\frac{\bar{U}}{\epsilon_E}$. Тогда для $f_i[\vec{r}]$ будем иметь

$$f_i[\vec{r}] = - \sum_{j'} \frac{\vec{P}_{ij'} \hat{p}}{\epsilon_j m_0} f_{j'}[\vec{r}] + U(r) \sum_{j'} \frac{\vec{P}_{ij'} \hat{p}}{m_0 \epsilon_j^2} f_{j'}[\vec{r}]. \quad (7)$$

Подставляя (7) в (3), получаем следующие уравнения для функций $f_i[\vec{r}]$

$$\left(\frac{p^2}{2m_0} + \epsilon_i + U[\vec{r}] - E \right) f_i[\vec{r}] = \sum_{j, j'} \frac{[\vec{P}_{ij} \hat{p}][\vec{P}_{j'j} \hat{p}]}{m_0^2 \epsilon_j} f_{j'}[\vec{r}] + U[\vec{r}] \sum_{j, j'} \frac{[\vec{P}_{ij} \hat{p}][\vec{P}_{j'j} \hat{p}]}{m_0^2 \epsilon_j^2} f_{j'}[\vec{r}] - ih \sum_{j, j'} \frac{\left(\vec{P}_{ij} \frac{\partial U(r)}{\partial \vec{r}} (\vec{P}_{j'j} \hat{p}) \right)}{m_0^2 \epsilon_j^2} f_{j'}[\vec{r}] = 0. \quad (8)$$

Как видно из сравнения (8) с (6), вновь возникающие два последних слагаемых имеют порядки, указанные в начале статьи. Из-за того, что у них в знаменатель входит ϵ_j^2 , сумма по j будет сходиться быстрее, чем у констант A, B, C [2].

Поэтому можем ограничиться суммой по состояниям только ближайших к ϵ_1 зон. Для HgTe такой зоной является зона легких дырок, волновые функции которой при $k \approx 0$ обладает сферической симметрией ($|s \uparrow \rangle$, $|s \downarrow \rangle$).

Используя явный вид волновых функций вырожденной зоны при $k = 0$ [2], можно найти матрицу возмущения $L_{II'}$

$$L_{II'} = U(r) \sum_{j=1}^2 \frac{(\vec{P}_{II}^{\wedge} \vec{P}^{\wedge})(\vec{P}_{II}^{\wedge} \vec{P}^{\wedge})}{m_0^2 \epsilon_g^2} - ih \sum_{l=1}^2 \frac{(\vec{P}_{II}^{\wedge} \frac{\partial}{\partial r} U)}{m_0^2 \epsilon_g^2} (\vec{P}_{II'}^{\wedge} \vec{P}^{\wedge}) \quad (9)$$

Выпишем первую поправку относительно $L_{II'}$ к энергии акцепторных состояний E_0 , найденных в [3,4] из уравнения (6).

$$E - E_0 = \sum_{II'} \int f_i(\vec{r}) L_{II'} f_i(\vec{r}) d\vec{r} \quad (10)$$

Переходя к безразмерной координате $\vec{r} = \frac{\vec{r}}{a_B}$, где a_B — боровский радиус тяжелой дырки, получим:

$$E - E_0 \approx \frac{e^2}{\epsilon a_B} \cdot \frac{h^2}{m_e a_B^2} \cdot \frac{1}{\epsilon_g} C; \quad a_B = \frac{h^2 \epsilon}{e^2 m_p} \quad (11)$$

где e — заряд электрона, ϵ — статическая диэлектрическая проницаемость. C — безразмерная постоянная порядка единицы. Отсюда для материала HgTe, у которой $\epsilon \sim 20$; $m_e \approx 0,03 m_0$, $m_p \approx 0,4 m_0$, имеем следующую оценку

$$E - E_0 \approx \frac{m_p}{m_e} \cdot 10^{-3} \text{ эв.} \quad (12)$$

Поскольку E_0 сама по величине составляет несколько миллиэлектронвольт (2–3 мэв), то из полученной оценки (12) видно, что поправка от членов $L_{II'}$ имеет такую же величину как E_0 или еще больше.

Таким образом, приходим к выводу, что акцепторную задачу необходимо решить с учетом членов $L_{II'}$ в (8).

Аналогичная оценка показывает, что поправка от членов $L_{II'}$ к энергии донорных состояний будет малой и, следовательно, только для исследования донорных состояний можно использовать гамильтониан Латтинджера [2].

Из изложенного ясно, что все сказанное будет справедливо и по отношению к полупроводникам с узкой шириной запрещенной зоны, например JI Sb.

В заключение выражаю глубокую благодарность О. В. Константинову и Ф. М. Гашимзаде за предложенную тему и внимание к работе.

Литература

1. Kittel C. and Mitchel A. Phys. Rev., 96, № 6, 1488, 1951. 2. Luttinger J. M. and Kohn W. Phys. Rev., 97, № 4, 869, 1955. 3. Гельмонт, Б. Л. Дьяконов М. И. ЖЭТФ 62, 713, 1972. 4. Гельмонт Б. Л., Иванов—Омский В. И., Цидильковский И. М., УФН, 120, 337, 1976.

Институт физики

Поступило 26. V 1982

М. А. Мехдиев

ГАДАҒАН ЗОЛАГСЫЗ ЯРЫМКЕЧИРИЧИЛЭРДЭ АШГАР БАЛЛАРЫ

Мәгәләдә гадаган золагсыз Ярымкечиричиләрдә ашгар баллары үчүн Јени тәңликләр алынмышдыр. Көстәрилмишдир ки, Латтинджер һамилтоннаны вәситәси илә алынған тәңликләр акцептор балларының өјрәниямәси үчүн Јарамыр.

М. А. Мехтiev

IMPURITY STATES THEORY IN ZERO-GAP SEMICONDUCTORS

The new equations are obtained for the impurity states in zero-gap semiconductor. It is shown that the equations derived from the Luttinger hamiltonian do not suit for the acceptor states.

УДК 546.55

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Г. Б. ГАСЫМОВ, Ю. Г. АСАДОВ

КИНЕТИКА СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ $\alpha \xrightarrow{(1,2)} x + \alpha_2 \xrightarrow{(1,2)} x \xrightarrow{(1,2)} \beta$
В ДИГЕНИТЕ— Cu_9S_5

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

В [1] показано, что монокристаллы Cu_9S_5 при комнатной температуре состоят из двух, близких по составу, α_1 ($\text{Cu}_{1,96}\text{S}_5$) и α_2 ($\text{Cu}_{1,96}\text{S}$) фаз, из которых основная α_1 -фаза кристаллизуется в псевдокубической или же в ромбической решетке с периодами: $a = 7,93$, $b = 7,86$, $c = 11,02$ Å, а α_2 в ромбической решетке с периодами: $a = 28,88$, $b = 31,45$, $c = 13,47$ Å.

При нагреве α_1 и α_2 фазы превращаются (при 38° и 83° С соответственно) в единую промежуточную x -фазу с периодом, \sim в шесть раз превышающим период ГЦК решетки, т. е. $a = 6a_0$. А x фаза в свою очередь 118° С превращается в высокотемпературную ГЦК β -фазу с периодом $a_0 = 5,58$ Å. Следует отметить, что переходы между α , x и β фазами в монокристаллах Cu_9S_5 являются обратимыми переходами. При этом монокристаллический образец сохраняется и между отдельными модификациями существует жесткая ориентационная кристаллографическая связь.

Данная работа посвящена кинетике $\alpha \xrightarrow{(1,2)} x + \alpha_2 \xrightarrow{(1,2)} x \xrightarrow{(1,2)} \beta$ превращений в Cu_9S_5 . Методика эксперимента подробно описана в [2]. В настоящей работе доли превращенных объемов при $\alpha \xrightarrow{(1,2)} x + \alpha_2 \xrightarrow{(1,2)} x \xrightarrow{(1,2)} \beta$ превращениях рассчитаны по изменению интенсивности наиболее сильных, структурно чувствительных дифракционных линий: $\alpha_1 \xrightarrow{(1,2)} x$ по (333); $\alpha_2 \xrightarrow{(1,2)} x$ по (422) и $x \xrightarrow{(1,2)} \beta$ по (310) в зависимости от времени при постоянных температурах (40, 42, 44° С для $\alpha_1 \rightarrow x$; 35, 32, 29° С для $x \rightarrow \alpha_1$; 85, 87, 89° С для $\alpha_2 \rightarrow x$ и 78, 73, 68° С для $x \rightarrow \alpha_2$; 121, 123, 125° С для $x \rightarrow \beta$ и 116, 113, 106° С для $\beta \rightarrow x$). Для всех превращений $\alpha \xrightarrow{(1,2)} x + \alpha_2 \xrightarrow{(1,2)} x \xrightarrow{(1,2)} \beta$ в Cu_9S_5 построены изотермические кинетические кривые, но здесь для примера на рис. 1 приводим кривые зависимости отношения $1 - \frac{V_t}{V_0}$ от времени t при различных постоянных температурах только для $\alpha_1 \xrightarrow{(1,2)} x$ превращения и в дальнейшем обсуждении будем пользоваться только этими кривыми, а для остальных случаев приводим только результаты.

Сопоставление экспериментальных данных с теоретическими расчетами показало, что временная зависимость скорости роста кристал-

лов новой модификации при полиморфном превращении в Cu_9S_5 может быть описано теорией Авраами [3]. Авраами предположил, что кинетика процессов фазовых превращений может описываться выражением типа:

$$1 - \eta = 1 - \frac{V_t}{V_0} = \exp(-Bt^K) \quad (1)$$

где K показывает мерность образовавшихся зародышей и определяется из эксперимента (для трехмерного случая $3 \leq K \leq 4$, для двумерного $2 \leq K < 3$ и для одномерного $1 \leq K \leq 2$),

где
$$B = B_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \quad (2)$$

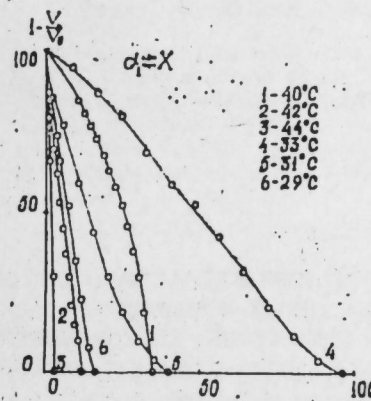


Рис. 1. Изотермические кинетические кривые $\alpha_1 \xrightarrow{(1,2)} x$ превращения в Cu_9S_5 .

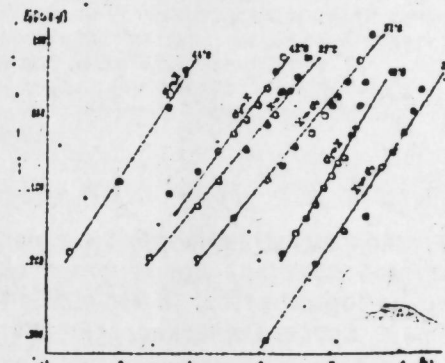


Рис. 2. Зависимость $\ln[-\ln(1-\eta)]$ от $\ln t$.

Здесь B_0 — постоянная, E — энергия активации превращения. Как видно из рис. 2, зависимость $\ln[-\ln(1-\eta)]$ от $\ln t$ представляет линейную функцию, т. е. экспериментальные точки (см. рис. 2) удовлетворительно укладываются на прямую линию. Экспериментальные значения K для роста α_1 и x модификаций при $\alpha_1 \xrightarrow{(1,2)} x$, для α_2 и x модификаций при $\alpha_2 \xrightarrow{(1,2)} x$, для x и β модификаций при $x \xrightarrow{(1,2)} \beta$ превращениях определены из $\ln[-\ln(1-\eta)] = \ln B_0 + K \ln -\frac{E}{RT}$ для $l = \text{const}$, по тан-

генсу угла из кривых (рис. 3.), значение E определено из зависимости $\ln[-\ln(1-\eta)]$ от обратной температуры для $t = \text{const}$. Значения K и E приведены в таблице, из которой следует, что для образования и роста новой фазы из матричного кристалла со сложной структурной требуется большая энергия активации, чем для образования при последующем переходе новой фазы с менее сложной структурой т. е. наблюдается закономерное уменьшение энергии активации при переходе от сложной структуры к простой. Вейсенбергограммы, снятые от исходного монокристалла при комнатной температуре, от $x + \alpha_2$ фазы после превращения $\alpha \xrightarrow{(1,2)} x + \alpha_2$ при 50° С, от x -фазы после превращения при 83° С и от β -фазы после $x \xrightarrow{(1,2)} \beta$ превращения при 120° С, показывают, что превращения $\alpha \xrightarrow{(1,2)} x + \alpha_2 \xrightarrow{(1,2)} x \xrightarrow{(1,2)} \beta$

происходят по типу монокристалл—монокристалл и при этом между решетками фаз сохраняется жесткая кристаллографическая связь, т. е.

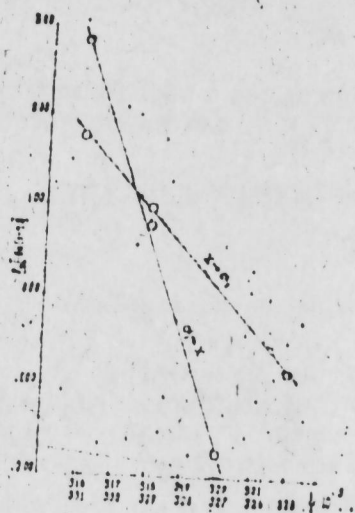
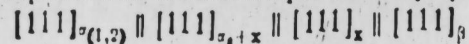


Рис. 3. Зависимость $\ln[-\ln(1-\eta)]$ от $1/T$.

Рентгенограммы, приводимые в работе [1], свидетельствует о том, что растущий кристалл новой фазы при указанных превращениях заметно не деформируется. Выяснено, что в дефектной низкотемпературной фазе кристаллическая решетка серы полностью занята, однако

Вещество	Структурные превращения	Темп. превращения, °С	Энергия активации, E $\frac{\text{ккал}}{\text{моль}}$	Значение K
Cu_2S_5	$\alpha_1 \rightarrow x$ $x \rightarrow \alpha_1$	38	226 86	1,6 1,3
	$\alpha_2 \rightarrow x$ $x \rightarrow \alpha_2$	83	209 67	1,3 1,3
	$x \rightarrow \beta$ $\beta \rightarrow x$	118	199 42	1,4 1,1

позиции атомов металла в ней эквивалентны. Поэтому в монокристалле некоторые слои оказываются заполненными, а другие имеют беспорядочно распределенные вакансии. Эти близкие по составу и структуре монокристаллы при 38 и 83° С переходят в x -фазу, в которой решетка серы и вся субъединица атомов меди полностью перестраиваются и, таким образом, образуется новый порядок чередования и иная сверхструктура. При $\alpha_1 \rightarrow x + \alpha_2$ превращении α_2 -фаза является помехой росту x -фазы за счет α_1 -фазы, а при $\alpha_2 + x \rightarrow x$ превращении x -фаза, превращенная заранее из α_1 , является готовым кристаллом, который продолжает расти за счет α_2 . Монокристаллы x -фазы с периодом идентичности $6a_0$ ($a_0 = 5,58 \text{ \AA}$) при 118° С превращаются в ГЦК решетку с периодом a_0 . В зависимости от кратности цикла превращений монокристаллический образец не претерпевает существенных изменений.

Литература

1. Гезалов М. А., Гасымов Г. Б., Асадов Ю. Г., Гусейнов Г. Г., Белов Н. В., Структурные переходы в дигенине Cu_2S_5 . "Кристаллография", т. 24, вып. 6, 1979.
2. Асадов Ю. Г., Алиева О. А., Багиров С. Б. Кинетика полиморфного $\alpha \rightleftharpoons \beta$ превращения в Cu_2Se . Изв. АН Азерб. ССР, 4, 1979.
3. Avrami M. Kinetics of phase change I. J. of chem. phys., v. 7, №8, p. 1103—1112, 1939.

Институт физики

Поступило 1. XII 1981

Г. Б. Гасымов, Ю. Г. Асадов

ДИКЕНИНГДЭ (Cu_2S_5) $\alpha \rightleftharpoons x + \alpha_2 \rightleftharpoons x \rightleftharpoons \beta$ ГУРУЛУШ

КЕЧИДИНИН КИНЕТИКАСЫ

Дикенинг монокристаллында $\alpha \rightleftharpoons x + \alpha_2 \rightleftharpoons x \rightleftharpoons \beta$ гурулуш кечидинин кинетикасы

өзгөрүлүшүндүр. Замандан асылы оларга сабит температурда кечид заманы чеврилмиш маддэнин миңдары гурулуш чеврилмэлэринэ даһа һөссас олан күчлү дифраксия хэтлэринин интенсиивлигинин дэјинимэсинэ көрө һесаблинмишдыр.

Бүгүн кечидлэр үчүн кинетик изотерм эјрисин гурулушдуру. Аврамин нэзэријјэсинин тэтбир едэрэк, Јаранан кристалл мэркэзинин өлчүсү вэ һәр бир кечид үчүн активләшмэ енерјисин һесаблинмишдыр.

G. B. Gasymov, Yu. G. Asadov

KINETICS OF $\alpha \rightleftharpoons x + \alpha_2 \rightleftharpoons x \rightleftharpoons \beta$ STRUCTURAL

TRANSFORMATIONS IN Cu_2S_5

The paper discusses the results of studying kinetics of $\alpha \rightleftharpoons x + \alpha_2 \rightleftharpoons x \rightleftharpoons \beta$ structural transformations in Cu_2S_5 . An estimation of the fractions of the transformed volume basing on the time and temperature change of the diffraction line intensities is made. Isothermal kinetic curves are constructed for all the transformations. The dimensions of the crystal nuclei and activation energies for each transformation were estimated using Avrami theory.

Чл.-корр. АН СССР Г. Б. АБДУЛЛАЕВ, С. А. АБАСОВ,
Я. Г. РАГИМОВ, В. А. АЛЕКПЕРОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТЕЙ ПОЛИЭТИЛЕНА С ДОБАВКОЙ СЕЛЕНА ПРИ ОДНОВРЕМЕННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ, ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ И РАЗРЯДОВ

В реальных условиях эксплуатации полимерные электроизоляционные материалы одновременно подвергаются комплексному воздействию механической нагрузки, сильного электрического поля и разрядов, температуры и т. д.

Эксперименты показали, что если разрушение в полимере развивается вследствие одновременного действия на него нескольких факторов, то тогда скорости разрушения (накопления разрывов), вызываемые каждым из этих факторов, суммируются. Прогнозирование механической и электрической долговечности полимерных электроизоляционных материалов при таких условиях эксплуатации и борьба с явлением старения путем подбора стойких по отношению к старению материалов, а также разработке методов стабилизации полимерных материалов представляют научный и практический интерес.

Учитывая это, в данной работе изучены силовые зависимости механической долговечности исходного полиэтилена (ПЭ) и полиэтилена с добавкой 0,3 вес. % селена (Se) при одновременном воздействии электрических разрядов в воздухе, а также зависимость электрической долговечности этих же образцов при одновременном воздействии механической нагрузки. Величину механической нагрузки при определении электрической долговечности образцов подбирали так, чтобы не происходила ориентационная вытяжка или разрыв испытываемых образцов. Толщина пленки составляла 200 мкм.

Приложение механической нагрузки осуществлялось по методике, описанной в [1]. Измерение электрической долговечности исследуемых полимерных пленок под действием электрического поля с частотой 50 Гц в среде трансформаторного масла осуществлялось по методике [2].

Выбор селена в дозе 0,3 вес. % связан с тем, что селен является антиокислителем и при 0,3 вес. % его наблюдается максимальный эффект [3].

На рис. 1 приведены зависимости логарифма механической долговечности τ_m исходного ПЭ и ПЭ + 0,3 вес. % Se от механического напряжения σ при одновременном воздействии электрических разрядов при 163 К, куда включены и зависимости $\lg \tau_m$ от σ для случаев без действия разряда. Напряжение разряда $9 \cdot 10^3$ и $13 \cdot 10^3$ В.

Из рис. 1 (кривые 1, 2, 3) видно, что для образцов без селена при постоянной температуре зависимости $\lg \tau_m$ под нагрузкой в условиях действия электрического разряда от растягивающего напряжения

σ изображаются двумя линейными участками, один из которых (при $\sigma > \sigma^*$) совпадает с зависимостью $\lg \tau_m(\sigma)$ при испытаниях без разряда, а другой (при $\sigma < \sigma^*$) сильно от нее стлчается по наклону (σ^* — напряжение, при котором происходит излом на прямой).

В области напряжений $\sigma < \sigma^*$ механическая долговечность резко уменьшается по сравнению с τ_m без действия разряда. Следовательно, формулы для долговечности имеют вид:

$$\tau_{m,u} = A_u \exp(-\alpha_u \sigma) \quad \text{при } \sigma < \sigma^* \quad (1)$$

$$\tau_{m,u} = \tau_m = A \exp(-\alpha \sigma) \quad \text{при } \sigma > \sigma^* \quad (2)$$

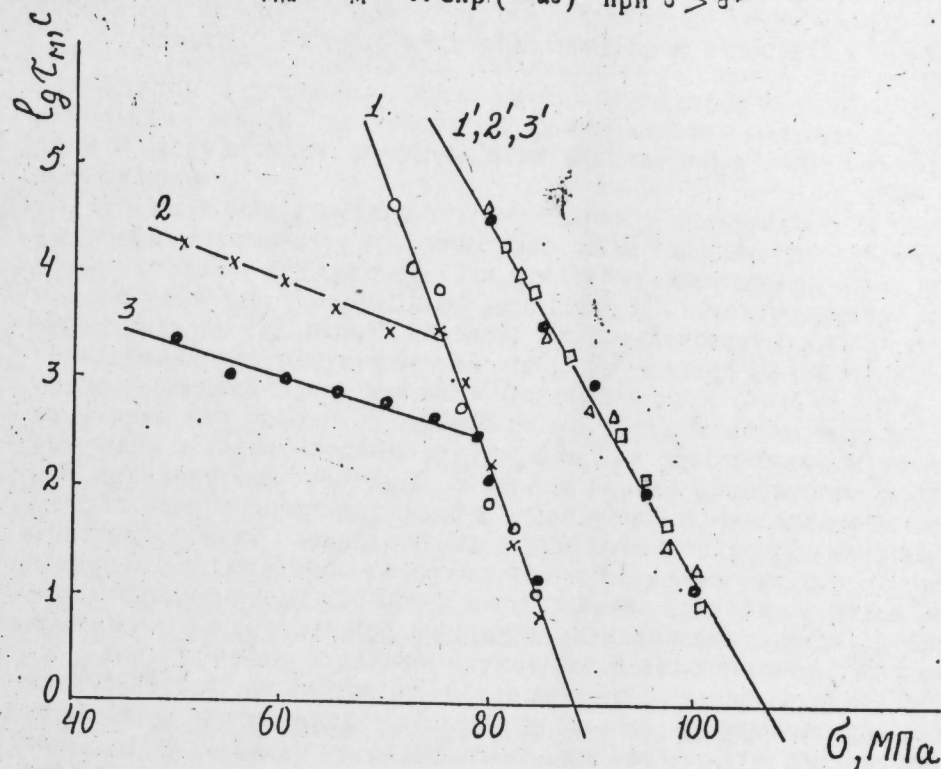


Рис. 1. Силовые зависимости долговечности исходного ПЭ (1—3) и ПЭ + 0,3 вес. % Se (1'—3') при одновременном воздействии электрических разрядов: 1, 1' — $U=0$; 2, 2' — $U=9 \cdot 10^3$ В; 3, 3' — $U=13 \cdot 10^3$ В.

Наблюдаемую зависимость можно объяснить тем, что на термофлуктуационный процесс разрушения накладывается другой процесс разрушения, определяемый действием разряда. Если при значениях $\sigma > \sigma^*$ долговечность образца под нагрузкой определяется в основном действием тепловых флуктуаций, то в области $\sigma < \sigma^*$ разрывы связей тепловыми флуктуациями ускоряются действием электрических разрядов. С увеличением напряжения разряда точка загиба в зависимости $\lg \tau_m(\sigma)$ перемещается в сторону больших напряжений и малых времен.

Известно, что при участии кислорода в радикальных реакциях образуются различные кислородсодержащие концевые группы [4]. Поэтому как под действием нагрузки, так и под действием разрядов разрушение полимерного материала сопровождается последующим его окислением [4, 5], причем при одновременном воздействии механической нагрузки и разрядов происходит более интенсивное окисление ПЭ,

Введение селена-антиокислителя (кривые 1', 2', 3' на рис. 1), с одной стороны, приводит к увеличению механической прочности (механической долговечности), с другой стороны, одновременное воздействие разрядов не изменяет долговечности, т. е. зависимости $\lg \tau_m = f(\tau)$ при $U = 0$; $9 \cdot 10^3$ В и $13 \cdot 10^3$ В совпадают.

Таким образом, неизменность механической долговечности полиэтилена после введения 0,3 вес. % Se при одновременном воздействии электрических разрядов показывает, что селен в данном случае играет роль антиокислителя, как и в случае предварительного воздействия [3], и способствует увеличению механической прочности ПЭ и повышению его стойкости к воздействиям электрических разрядов.

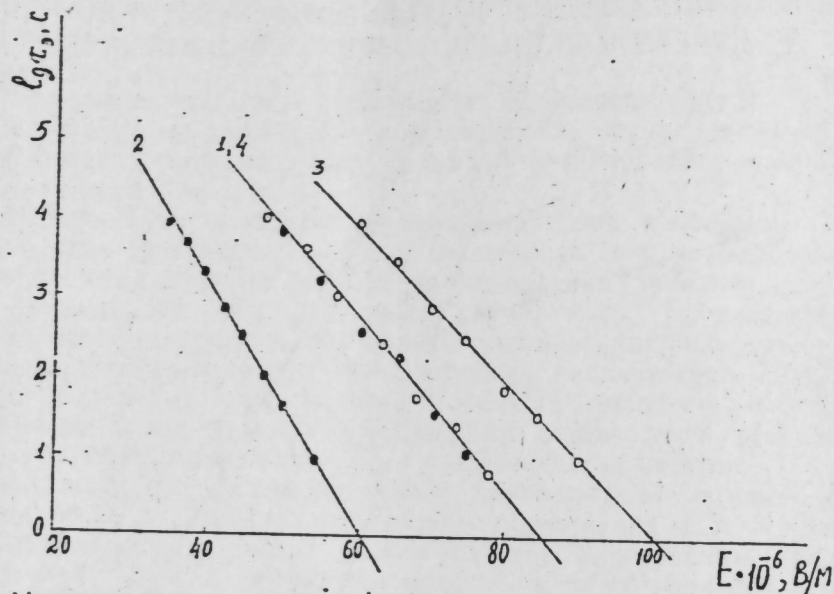


Рис. 2. Зависимость логарифма времени жизни исходного ПЭ и ПЭ+0,3 вес. % Se при одновременном воздействии механического напряжения ($\sigma = 5$ МПа): 1—исходный ПЭ; 2—нагруженный исходный ПЭ; 3—ПЭ+0,3 вес. % Se; 4—нагруженный ПЭ+0,3 вес. % Se.

На рис. 2 приведены зависимости логарифма электрической долговечности τ , исходных и нагруженных полимерных пленок ПЭ и ПЭ+0,3 вес. % Se от напряженности электрического поля при 293 К. Из рисунка видно, что при постоянной температуре наличие постоянно действующей механической нагрузки не нарушает линейного характера зависимости $\lg \tau$ от E , т. е. $\tau = f(E)$ описывается эмпирическим соотношением

$$\tau = B \exp(-\beta E). \quad (3)$$

Однако действие механической нагрузки при прочих равных условиях приводит к уменьшению времени жизни (электрической прочности) полимерных пленок, что соответствует увеличению коэффициента β в (3). Обращает на себя внимание то, что после введения 0,3 вес. % Se в полиэтилен степень уменьшения электрической прочности (при $\tau = 1$ с) становится меньше относительно исходного ПЭ. Степень умень-

шения электрической прочности ΔE для исходного полиэтилена составляет 30 %, а для ПЭ+0,3 вес. % Se—15 %.

Поскольку селен вводится механическим перемешиванием на вальцах при 433 К, а исходный полиэтилен подвергается вальцеванию, то при этом исходный полиэтилен сильно окисляется. В образцах с селеном—антиокислителем окисления не происходит (3), чем относительно и исключаются очаги ионизационных процессов, ускоряющих процесс электрического разрушения. Следовательно, увеличение электрической долговечности ПЭ после введения Se связано с увеличением его однородности. При этом уменьшается вероятность возникновения ионизационных процессов, являющихся причиной электрического разрушения, а следовательно, и уменьшается степень возмущений (6) химических связей под действием бомбардировки заряженными частицами и затрудняются разрывы этих возмущенных связей тепловыми флуктуациями.

Относительно структурного изменения в полиэтилене, происходящего под действием электрического поля (в процессе разрушения) можно отметить следующее. На основе имеющихся экспериментальных результатов, полученных методами ИК спектроскопии, ДТА и вискозиметрии (7), можно сказать, что под действием электрического поля происходит деструктивные процессы, однако не обнаруживается процесс окисления и в основном регистрируются $C = C$ -группы. Поэтому пока нет оснований предполагать, что окисление играет основную роль в электрическом разрушении при одновременном воздействии механической нагрузки. В данном случае приложенная нагрузка создает напряженное состояние в исследуемой полиэтиленовой пленке, что способствует возникновению в нем новых микротрещин, микропор и других неоднородностей и увеличению размеров уже существующих в них неоднородностей. Это в свою очередь приводит к более неравномерному распределению внешнего электрического поля в образце.

Таким образом, в данном случае ослабление степени уменьшения электрической прочности ΔE после введения селена связано, как нам кажется, с подавлением процесса окисления в основном при вальцевании, а не в процессе разрушения, тем более, что процесс пробоя осуществляется в среде, где кислород не существует и создается максимально плотный контакт, что также затрудняет доступ кислорода.

Литература

- Багиров М. А., Абасов С. А., Аббасов Т. Ф. Изв. АН Азерб. ССР серия ФТМН, № 2, 56, 1972.
- Багиров М. А., Рагимов Я. Г., Аббасов Т. Ф., Абасов С. А. ФТТ, т. 15, вып. 5, 1579, 1973.
- Исмаилов И. М. Канд. дисс. ИФАН, Баку, 1979.
- Регель В. Р., Слуцкер А. И., Томашевский Э. Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. М., Наука, 1974.
- Багиров М. А., Малин В. П., Абасов С. А. Воздействие электрических разрядов на полимерные диэлектрики. Элм, Баку, 1975.
- Абдуллаев Г. Б., Абасов С. А., Алекперов В. А., Мехтиева С. И., Рагимов Я. Г., Исмаилов И. М. ДАН Азерб. ССР, т. XXXVII, № 9, 47, 1981.
- Рагимов Я. Г., Абасов С. А., Алигулиев Р. М., Хитеева Д. М., Эльмира Джалаал кызы ВМС, Б 6, 406, 1982.

Институт физики

Поступило 21. VI 1982

Н. Б. Абдуллаев, С. А. Абасов, Я. Г. Рагимов, В. Ф. Элакбаров

МЕХАНИКИ ЈУК, ЕЛЕКТРИК САЊЭСИ ВЭ БОШАЛМАЛАРЫН
БИРКЭ ТЭСИР ЕГДИКЭ ЈАШАМА МҮДДЕТИНИН ДЭЈИШМЭСИ
ПОЛИЭТИЛЕНИН МЕХАНИКИ ВЭ ЕЛЕКТРИК ЈАШАМА
МҮДДЕТИНИН ТЭДГИГИ

Мэгалэде биринчи балда селен вурулмуш вэ тэмиз полиэтиленни механики јукке електрик бошалмасы, икинчи балда исэ електрик сањэси илэ кичик механики јук биркэ тэсир егдикэ јашама мүддегинин дәјишмэси өјрөнилмишдир. Көстөрилмишдир ки, селен эләвэси полиэтиленде мүхтәлиф харичи амилләрин биркэ тэсир нәтижәсинде баш верән оксидләшмә-деструкција процесини эңфләдир.

G. B. Abdullayev, S. A. Abasov, Ya. G. Ragimov, V. A. Alekperov

INVESTIGATION OF MECHANICAL AND ELECTRICAL LIFE TIME OF
POLYETHYLENE WITH ADDITION OF SELENIUM WITH THE
INFLUENCE OF MECHANICAL LOAD, ELECTRICAL FIELD
AND DISCHARGE AT THE SAME TIME

The paper studied the life time of polyethylene and polyethylene with addition of selenium with the influence of electrical discharge at the same time, also the life time of these samples with the influence of mechanical load at the same time. It is shown that selenium weakens oxidation-destruction process. It occurs with the influence of mechanical load, electrical field and discharge at the same time.

АЗЭРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МЭ'РУЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXIX ЧИЛД

№ 1

1983

УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ
И ДИЭЛЕКТРИКОВ

Чл.-корр. Э. Ю. САЛАЕВ, Э. И. КУРБАНОВА,
Х. Д. ДЖАЛИЛОВА, В. Г. АЛЕКПЕРОВ, Э. К. ГУСЕЙНОВ

ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА КОНТАКТОВ МЕТАЛЛ— $Pb_{1-x}Sn_xTe$

Изучение свойств контактов металл—полупроводник представляет большой интерес как при исследовании явлений переноса в полупроводниковых материалах, так и в производстве полупроводниковых приборов. В настоящей работе методом исследования емкостных свойств определен ряд параметров контактов металл— $Pb_{1-x}Sn_xTe$. Для исследования вольтфарадных характеристик (ВФХ) контактов металл— $Pb_{1-x}Sn_xTe$ были использованы эпитаксиальные пленки $Pb_{1-x}Sn_xTe$ (0,3 $\geq x \geq$ 0,15) *p*- и *n*-типов проводимости, выращенные методами фотостимулированной газовой эпитаксии (ФСЭ), а также вакуумной эпитаксии на свежеосколотую диэлектрическую подложку BaF_2 . Монокристаллические пленки $Pb_{1-x}Sn_xTe$ были получены при температуре подложки выше 330° С, скорости роста слоев $v = 5 - 6$ мкм/ч. Пленки имели ту же ориентацию, что и подложка BaF_2 (100, 111) и толщину от 0,3 до 10 мкм в зависимости от температуры подложки и скорости роста слоев. Концентрация носителей тока *N* и подвижность μ выращенных эпитаксиальных слоев, вычисленные из измерений эффекта Холла методом Ван-де-Пауэ составляли: $N = (1,5 - 20) \cdot 10^{16}$ см⁻³, $\mu \sim 10^4$ см²/В·с (*T* = 77 К). Нанесение металлических контактов *Jn*, *Pb*, *Sn*, *Au* толщиной 200—300 Å осуществлялось методом вакуумного напыления на тщательно отполированную и протравленную в бромистом травителе (95% *HBr* + 5% *Br*) пленку $Pb_{1-x}Sn_xTe$, выращенную методом ФСЭ. В случае, когда пленки $Pb_{1-x}Sn_xTe$ были выращены методом вакуумного напыления, металлические контакты наносились в едином технологическом цикле без нарушения вакуума.

ВФХ измерялись на установке, блок-схема которой представлена на рис. 1. Исследования проводились при температуре 77—200 К, а частотах $\omega > 1$ МГц при напряжениях $U \leq 150$ мВ. При измерениях полученные структуры с контактными выводами из золотой проволоки помещались в вакуумный азотный криостат с германиевым окном. На рис. 2 приведены ВФХ контактов *Au*—*p*— $Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$ (кривые 1 б, 1 а) и *Jn*—*p*— $Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$ (кривые 2 б, 2 а) при *T* = 77 К. Значения емкости при нулевом смещении равны 1200 пф для контактов *Au*—*p*— $Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$ и 900 пф для *Jn*—*p*— $Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$ (*T* = 77 К). Для определения характера изменения барьерной емкости контактов металл— $Pb_{1-x}Sn_xTe$ с увеличением напряжения на рис. 2 а приведена зависимость обратной величины квадрата емкости от приложенного напряжения. Линейная зависимость $\frac{1}{C^2}$ от *U* свидетельствует о резком пе-

реходе на границе металл— $Pb_{1-x}Sn_xTe$. Экстраполяция этой зависи-
мости к $\frac{1}{C^2}$ дает высоту потенциального барьера $V_b = 0,097$ эВ для
контактов $Au-n-Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$ и $V_b = 0,1$ эВ для контактов $Jn-p-Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$. Исходя из модели контакта металл—полупроводник, опи-
сываемой выражением (1):

$$C_{бар} = S \sqrt{\frac{\epsilon q N}{8\pi(|U| + U_k)}} \quad (1)$$

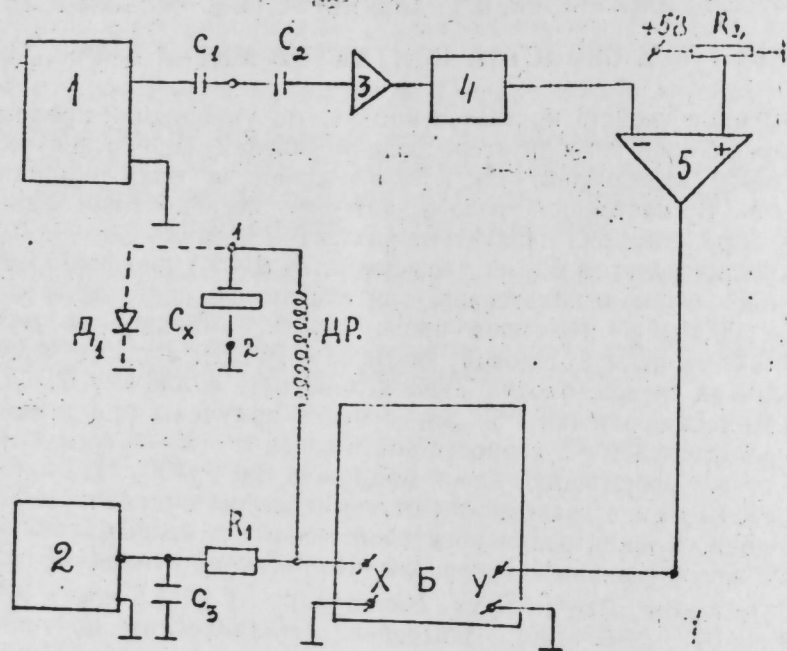


Рис. 1. Блок-схема установки для снятия вольтфарядных характеристик.

1—В4—генератор IV-102; 2—генератор пилообразного напряжения; 3—усилитель высокой частоты; 4—детектор; 5—дифференциальный усилитель; 6—двухкоординатный самописец ЦДП-4; С—исследуемая структура.

где S —площадь структуры металл—полупроводник, ϵ —относительная диэлектрическая проницаемость, равная 400, q —заряд электрона, U —подаваемое напряжение, U_k —контактная разность потенциалов, вычислена концентрация носителей в объеме полупроводника, равная $2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ и $1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ для $Au-n-Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$ и $4,5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ и $3,2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ для $Jn-p-Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$ (рис. 2, кривые 1 а, 1 б и 2 а, 2 б соответственно):

$$N = \frac{8\pi}{\epsilon q S^2} \cdot \frac{\Delta U}{\Delta \left(\frac{1}{C^2}\right)} \quad (1a)$$

Из соотношения (1)

$$W = \sqrt{\frac{2\epsilon U_k}{qN}} \quad (2)$$

определена толщина слоя объемного заряда контактов металл— $Pb_{1-x}Sn_xTe$, равная 0,2 мкм для контактов $Jn-p-Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$ и 0,18 мкм для $Au-n-Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$. На рис. 3 приведена зависимость емкости от частоты при нулевом смещении. Проведенные исследования показали, что в диапазоне частот 10^3-10^6 Гц зависимость емкости от частоты практически не наблюдается. При частотах выше 10^6 Гц наблюдалось уменьшение емкости в 2 раза. Такое уменьшение емкости при частотах 10^6 Гц согласуется с моделью контакта с учетом уровней поверхностных электронных состояний контакта при предположении о главной роли токов, проходящих через контакт с помощью ПЭСК

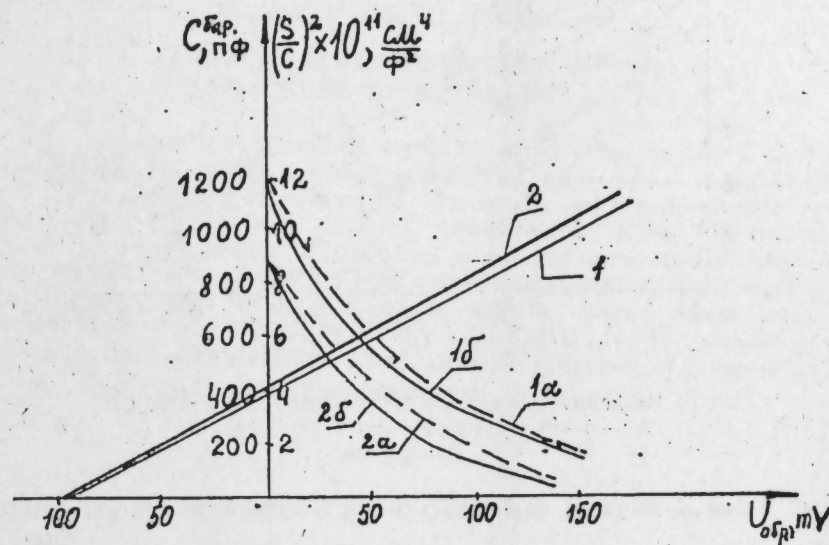


Рис. 2. Зависимость барьерной емкости от напряжения для $Au-n-Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$ и $Jn-p-Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$ (кривые 1, 1а, 1б и 2, 2а, 2б соответственно).

перезаполнение которых происходит при преимущественном обмене с полупроводником [2]. При достаточно больших частотах величина C стремится к нулю. Экспериментально обнаружено уменьшение барьерной емкости $C_{бар}$ с температурой T при малых обратных смещениях. Такая зависимость $C_{бар}$ от T может быть объяснена температурной зависимостью высоты потенциального барьера V_b . Уменьшение $C_{бар}$ с температурой вызывается увеличением V_b . Если предположить, что плотность поверхностных электронных состояний (ПЭСК) слабо зависит от температуры, то температурная зависимость контактной разности потенциалов определяется выражением (3):

$$\frac{\partial V_b}{\partial T} = \gamma \left(\frac{\partial \varphi_m}{\partial T} - \frac{\partial \chi}{\partial T} \right) + (1 - \gamma) \frac{\partial E_d}{\partial T} \approx (1 - \gamma) \frac{\partial E_d}{\partial T}, \quad (3)$$

где γ —множитель, зависящий от плотности поверхностных состояний, φ_m —работа выхода металла, χ —электронное средство полупроводника, E_d —ширина запрещенной зоны.

Из формулы (3) видно, что в случае, когда плотность поверхностных электронных состояний слабо зависит от температуры, т. е. не зависит от температуры ($\frac{\partial \gamma}{\partial T} = 0$), а также когда $\frac{\partial \varphi_m}{\partial T} = \frac{\partial \chi}{\partial T}$, температурный коэффициент высоты барьера несколько меньше, чем $\frac{\partial E_x}{\partial T}$. Значения $\frac{\partial E_x}{\partial T}$ для $\text{Pb}_{0.8}\text{Sn}_{0.18}\text{Te}$ равны $4,5 \cdot 10^{-4}$ эВ/К [4], а по-

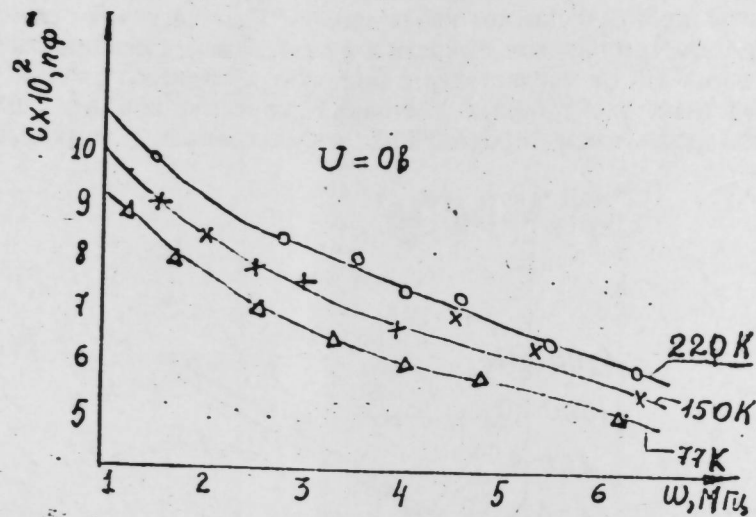


Рис. 3. Зависимость емкости от частоты при $U=0\text{В}$ для $\text{Au-n-Pb}_{0.82}\text{Sn}_{0.18}\text{Te}$ при $T=77-220\text{ К}$.

лученные нами величины температурного коэффициента высоты барьера для температурного интервала $T=200-77\text{ К}$ равны $\frac{\Delta(qV_b)}{\Delta T} = 4,7 \cdot 10^{-4}$ эВ/К для In-p -контакта и $4,4 \cdot 10^{-4}$ эВ/К для Au-p -контакта. Экстраполяция $V_b(T)$ к абсолютному нулю температур дает величину $0,095$ эВ, что соответствует полной ширине запрещенной зоны $E_x(\text{OK})$ для $\text{Pb}_{0.8}\text{Sn}_{0.18}\text{Te}$. Это значение $E_x(\text{OK})$ хорошо согласуется с величиной $E_x(\text{OK})$ для $\text{Pb}_{0.8}\text{Sn}_{0.18}\text{Te}$ полученной из оптических измерений [4].

Литература

1. Абдуллаев Г. Б., Искендерзаде З. А. Некоторые вопросы электронно-дырочных переходов. Изд-во "Элм", Баку, 1971, стр. 155.
2. Стриха В. И. Теоретические основы работы контакта металл-полупроводник. Изд-во "Наукова думка", Киев, 1974.
3. Gowelly A. M., Sze S. M. J. Appl. Phys., 36, 3212, 1965.
4. Орлецкий В. Б., Сизов Ф. Ф., Лашкарев Г. В., Товстюк К. Д. ФТП, 9, 269, 1975.

Поступило 21. IV 1982

Е. Я. Салаев, Х. Д. Чалилова, Е. И. Гурбанова,
В. Г. Элекбаров, Е. К. Гусейнов

МЕТАЛ— $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$ ЖАРЫМКЕЧИРИЧИЛЭРИНИН ТУТУМ ХАССЭЛЭРИ

77—220 К температур интервалында $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$ ($0,15 < x < 0,3$)—метал контактынн тутум хассэлэри тэдгиг олуишудур. Тэдгиг олуишудур In , Au , Pb , Sn контактары $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$ эпитаксиал тэбэгэлэринин үзэринэ вакуумда һопдурма үсулу илэ алыишудур. 77—220 К температур интервалында вэ $\omega < 1$ мГц-дэ C-V -характеристикаларын бэ'зи параметрлэри тэ'жин олуишудур. Лүксэк тезликлэрдэ $\omega > 10^6$ Гц тутумун тезликдэн асылдылыгы сэгһдэ елекгроилар үчүн олан сэви]лэрин көмө]илэ изаһ олуишудур. Тэчрүби нэтичэлэрдэн $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$ ($x = 0,18; 0,2$) үчүн $\text{Eg}(0)$ вэ In-p — $\text{Pb}_{0.82}\text{Sn}_{0.18}\text{Te}$ вэ $\text{Au-n-Pb}_{0.8}\text{Sn}_{0.2}\text{Te}$ үчүн контакт потенциаллар фэргинин температур эмсалы тэ'жин олуишудур.

Е. Yu. Salaev, E. I. Kurbanova, Kh. D. Djililova,
V. G. Alekperov, E. K. Guseinov

CAPACITY CHARACTERISTICS OF THE STRUCTURES OF METAL— $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$

Capacity characteristics of the structures of metal— $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$ ($0.15 < x < 0.3$) at the temperature 77—220 K have been investigated. Contacts have been received by means of vacuum dusting of In , Au , Pb , Sn on the surface of epitaxial layers of $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$. From the measures of C-V characteristics under the frequency of > 1 MHz at the temperature of 77—220 K a number of parameters of the received structures of metal— $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$ has been determined. Frequency dependence capacity under the frequency of $> 10^6$ Hz is explained with the account of the levels of the surface stations of metal—semiconductor contacts. $E_g(0\text{K})$ for $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$ ($x = 0.18; 0.2$) and temperature coefficient of contact potential difference of $\text{In-p-Pb}_{0.8}\text{Sn}_{0.2}\text{Te}$ and $\text{Au-n-Pb}_{0.82}\text{Sn}_{0.18}\text{Te}$ have been determined.

Член-корр. АН СССР Г. Б. АБДУЛЛАЕВ, Ф. К. АЛЕСКЕРОВ, А. И. ГРЯДУНОВ

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛООВОГО СОПРЯЖЕНИЯ ПЛОСКОГО И ОБЪЕМНОГО ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ

Одной из задач теплотехнического приборостроения является осуществление эффективного отвода тепла от поверхности, на которую действует равномерно распределенный тепловой поток, создаваемый, например, термоэлектрическим преобразователем, посредством принудительного прокачивания в теплообменнике теплоносителя с объемным распределением, соответствующим определенному закону.

Оптимальность решения таких задач теплового сопряжения, плоского и объемного тепловых потоков определяется минимальной величиной температурного градиента по объему теплообменника при минимальном тепловом сопротивлении между тепловыделяющей поверхностью и теплоносителем. Эта два требования обуславливают необходимость, во-первых, максимально возможного развертывания теплообменной поверхности и, во-вторых, создание такого объемного распределения теплоносителя в теплообменнике, при котором достигаются примерно одинаковые условия теплового взаимодействия между ними по всему объему.

Конструкция теплообменника, задающая некоторый закон пространственного распределения теплоносителя при минимальных градиентах температуры, по объему может считаться оптимальной.

Ниже рассматривается математическое решение упрощенной модели теплового сопряжения плоского и объемного тепловых потоков, полученной исходя из анализа конструкции теплообменника, изготовленного в виде прямоугольного параллелепипеда из материала с коэффициентом теплопроводности λ , в объеме которого в соответствии с требованием равномерного отвода тепла, подводимого по одной из горизонтальных плоскостей, выполнены каналы. Диаметры каналов и координаты центров осей определяют закон теплоотвода $q_1(y)$ вдоль высоты теплообменника.

Постановка задачи

На плоскости $y=0$ параллелепипеда, представляющего собой элементарную тепловую ячейку, многократно симметрично воспроизводящуюся в объеме теплообменника, действует удельный тепловой поток q_0 , на плоскостях $x = \pm l_1$ действует тепловой поток, распределение интенсивности которого по высоте параллелепипеда дается функцией $q(y)$; плоскость $y=l_2$ адиабатически теплоизолирована.

Распределение температуры по объему параллелепипеда определяется из решения дифференциального уравнения [1]:

$$\frac{\partial^2 T(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T(x,y)}{\partial y^2} = 0 \tag{1}$$

с граничными условиями:

$$\begin{aligned} \frac{\partial T(x,y)}{\partial x} \Big|_{x=0} &= 0 & -\lambda \frac{\partial T(x,y)}{\partial y} \Big|_{y=0} &= q_0 \\ -\lambda \frac{\partial T(x,y)}{\partial x} \Big|_{x=l_1} &= q_1(y) & \frac{\partial T(x,y)}{\partial y} \Big|_{y=l_2} &= 0 \end{aligned} \tag{2}$$

Решение задачи (1)–(2) будем искать в виде:

$$T(x,y) = T_1(x,y) + T_2(x,y), \tag{3}$$

где $T_1(x,y)$ и $T_2(x,y)$ в свою очередь являются решениями соответственно следующих задач:

$$\frac{\partial^2 T_1(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial T_1^2(x,y)}{\partial y^2} = 0 \tag{4}$$

с граничными условиями:

$$\begin{aligned} \frac{\partial T_1(x,y)}{\partial x} \Big|_{x=0} &= 0 & -\lambda \frac{\partial T_2(x,y)}{\partial y} \Big|_{y=0} &= q_0 \\ -\lambda \frac{\partial T_1(x,y)}{\partial x} \Big|_{x=l_1} &= \bar{q}_1 & \frac{\partial T_1(x,y)}{\partial y} \Big|_{y=l_2} &= 0 \end{aligned} \tag{5}$$

где \bar{q}_1 — среднее по высоте параллелепипеда значение плотности отводимого теплового потока, т. е.

$$\bar{q}_1 = \frac{1}{l_2} \int_0^{l_2} q_1(y) dy \tag{6}$$

$$\frac{\partial^2 T_2(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial T_2^2(x,y)}{\partial y^2} = 0 \tag{7}$$

с граничными условиями:

$$\begin{aligned} \frac{\partial T_2(x,y)}{\partial x} \Big|_{x=0} &= 0 & -\lambda \frac{\partial T_2(x,y)}{\partial y} &= 0 \\ -\lambda \frac{\partial T_2(x,y)}{\partial x} \Big|_{x=l_1} &= q_1(y) & \frac{\partial T_2(x,y)}{\partial y} \Big|_{y=l_2} &= 0 \end{aligned} \tag{8}$$

Общее решение уравнения (4) имеет вид:

$$T_1(x,y) = A_1 [(x^2 - (y - l_2)^2) + A^2] \tag{9}$$

Исходя из граничных условий (5), получим два значения постоянной A_1 :

$$A_1' = -\frac{q_0}{2\lambda l_1} \quad \text{и} \quad A_1'' = -\frac{\bar{q}_1}{2\lambda l_2}$$

Так как оба значения A_1' и A_1'' должны быть одинаковы, то должно быть справедливо равенство:

$$q_0 l_2 = \bar{q}_1 l_1,$$

определяющее условие температурной стационарности выделенной ячейки, подвергающейся воздействию тепловых потоков различных направлений. В итоге имеем

$$T_1(x,y) = -\frac{q_0}{2\lambda l_1} x^2 - (y - l_2)^2 + A_2 \tag{10}$$

Решение уравнения (7) отыскивается в виде:

$$T_2(x, y) = \sum_{m=1}^{\infty} T_{2,m}(x) \cos \frac{m\pi}{l_2} y \quad (11)$$

Также будем считать, что функции $q_1(y)$ разлагается в ряд по $\cos \frac{m\pi}{l_2} y$:

$$q_1(y) = q_1(0) + \sum_{m=1}^{\infty} q_m \cos \frac{m\pi}{l_2} y \quad (12)$$

Определение $T_{2,m}(x)$ сводится к решению краевой задачи:

$$\frac{d^2 T_{2,m}(x)}{dx^2} - \frac{m^2 \pi^2}{l_2^2} T_{2,m}(x) = 0 \quad (13)$$

$$\left. \frac{\partial T_{2,m}(x)}{\partial x} \right|_{x=0} = 0 \quad \left. \frac{\partial T_{2,m}(x)}{\partial x} \right|_{x=l_1} = -\frac{q_{1,m}}{\lambda} \quad (14)$$

Здесь: $m = 1, 2, \dots$

$$q_{1,m} = \frac{2}{l_2} \int_0^{l_2} q_1(y) \cos \frac{m\pi}{l_2} y dy \quad (15)$$

Учитывая решение уравнения (13)

$$T_{2,m}(x) = C_{1,m} l_1^{\frac{\pi m}{l_2} x} + C_{2,m} l_1^{-\frac{\pi m}{l_2} x} \quad (16)$$

и условие (14), получим систему уравнения для нахождения коэффициентов $C_{1,m}, C_{2,m}$:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\pi m}{l_2} (C_{1,m} - C_{2,m}) &= 0 \\ \frac{\pi m}{l_2} \left(C_{1,m} l_1^{\frac{\pi m}{l_2} l_1} - C_{2,m} l_1^{-\frac{\pi m}{l_2} l_1} \right) &= -\frac{q_{1,m}}{\lambda} \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Отсюда следует

$$C_{1,m} = C_{2,m} = -\frac{q_{1,m} l_2}{2 \pi m \lambda \operatorname{Sh} \frac{\pi m}{l_2} l_1} \quad (18)$$

Подставляя значения $C_{1,m}$ и $C_{2,m}$ в (16), получим:

$$T_{2,m}(x) = -\frac{q_{1,m} l_2}{\lambda \pi m} \frac{\operatorname{Ch} \frac{\pi m}{l_2} x}{\operatorname{Sh} \frac{\pi m}{l_2} l_1} \quad (19)$$

С учетом (19) находим, исходя из (11):

$$T_2(x, y) = -\frac{l_2}{\pi \lambda} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{q_{1,m}}{m \operatorname{Sh} \frac{\pi m}{l_2} l_1} \operatorname{Ch} \frac{\pi m}{l_2} x \times \cos \frac{\pi m}{l_2} y \quad (20)$$

Окончательное уравнение, определяющее стационарные температурные поля в теплообменнике в виде прямоугольного параллелепипеда

при подводе тепла на одной из плоскостей и отводе по объему имеет вид:

$$T(x, y) = \frac{q_0}{2 \lambda l_1} [(y-l_2)^2 - x^2] - \frac{l_2}{\pi \lambda} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{q_{1,m}}{m \operatorname{Sh} \frac{\pi m}{l_2} l_1} \times \operatorname{Ch} \frac{\pi m}{l_2} x \cos \frac{\pi m}{l_2} y + A_2 \quad (21)$$

Ввиду того, что исходные граничные условия (2) заданы в виде уравнений тепловых потоков и нет ни одного значения для отсчета температуры, применение уравнения (21), содержащего неопределяемую постоянную A_2 , не дает конкретных результатов.

Однако и при таком задании граничных условий можно найти максимальное значение градиента температуры в теплообменнике и соответственно выявить критерий его оптимальности.

Найдем максимальный градиент температуры по объему теплообменника, возникающий между точками $(0, l_2)$ и $(0, 0)$, т. е.:

$$\delta T_{\max} = T(0, l_2) - T(0, 0) \quad (22)$$

С учетом (21) найдем:

$$\delta T_{\max} = \frac{q_0 l_2^2}{2 \lambda} + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{[1 - (-1)^m] l_2 q_{1,m}}{\lambda \pi m \operatorname{Sh} \frac{\pi m}{l_2} l_1} \quad (23)$$

Уравнение (23) учитывает связь между величинами подводимых и отводимых тепловых потоков и минимальным значением градиента температуры, устанавливающимся в конструкции теплообменника, вне связи с температурным потенциалом, при котором происходит тепловое сопряжение.

Учитывая, что $q_0 l_2 = \bar{q}_1 l_1$, найдем после несложных преобразований:

$$\delta T_{\max} = \frac{q_1 l_2}{2 \lambda} + \frac{2 l_2}{\pi \lambda} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{q_{2k+1}}{(2k+1) \operatorname{Sh} \frac{(2k+1) \pi}{l_2} l_1} \quad (23')$$

Найдем q_{2k+1} для случая, когда плотность отводимого теплового потока линейно изменяется по высоте параллелепипеда, т. е.

$$q_{2k+1} = \frac{2}{l_2} \int_0^{l_2} (\rho y + \gamma) \frac{\cos(2k+1) \frac{\pi}{l_2} y}{l_2} y dy \quad (24)$$

Выполнив интегрирование, найдем:

$$q_{2k+1} = -\frac{4\rho}{l_2} \left[\frac{l_2}{(2k+1) \pi} \right]^2 \quad (25)$$

Подставляя (25) в (23'), найдем:

$$\delta T_{\max} = \frac{\bar{q}_1 l_2}{2 \lambda} - 8 \frac{\beta l_2^2}{\pi^3} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{(2k+1)^3} \frac{1}{\operatorname{Sh} \frac{(2k+1) \pi}{l_2} l_1} \quad (23'')$$

Ряд, входящий в формулу (23''), очень быстро сходится и для практических расчетов достаточно ограничиться 1-м членом:

$$\delta T_{\max} = \frac{\bar{q}_1 l_2}{2\lambda} - 8 \frac{\beta l_2^2}{\pi^3} \frac{1}{Sh \frac{\pi l_1}{l_2}} \quad (23''')$$

Задавая, исходя из условий теплообмена и теплофизических параметров используемых веществ, требования к проектируемому теплообменному аппарату, определенное значение максимального градиента температуры по его объему, можно выработать рекомендации по его конструктивному изготовлению.

Литература

Лыков А. В. Теория теплопроводности. М., 1967.

СКБ „Теллур“ в ОП ИФАН

Поступило 2. II 1982

Г. Б. Абдуллаев, Ф. К. Элескеров, А. И. Грjадунов

ИСТИЛИК ГОШМАСЫНЫН ДҮЗ ВЭ ЫЧМИ ИСТИЛИК АХЫНЫНЫН РИЈАЗИ МОДЕЛИ

Ишин кедишиндә критериял тәнлик чыхарылар ки, бу да истиликапарычынын һечми пайланмасында истилик ахынынын тәсирини арадан галдырмаг үчүн истилик һечмикин актималлыгыны көстәрән шәртләри тәјин етмәјә имкан версини.

G. B. Abdullayev, F. K. Aleskerov, A. I. Gryadunov

MATHEMATICAL MODEL OF HEAT CONJUGATION OF PLANE AND VOLUME HEAT FLOWS

In this paper the criterion of equation is defined, which makes it possible to define the optimal conditions of heat exchanger for dissipation of heat flow acting on the surface by means of volume distributed heat carrier.

Т. М. ГУСЕПНОВ, Э. Ю. ЮСИФОВ, Ш. В. МАМЕДОВ, Э. Ш. МАМЕДОВ,
Н. Р. ВЕЛИЕВА.

ОСОБЕННОСТИ АНТИОКИСЛИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ СЕЛЕНОЛА В НЕКОТОРЫХ ТКАНЯХ ЖИВОТНЫХ

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

Нормальное функционирование фоторецепторов животных сопряжено с высоким потреблением кислорода, который в условиях большого количества полиненасыщенных жирных кислот может способствовать резкому активированию свободнорадикального окисления (СРО). Между тем в сетчатке уровень СРО низок и надежно контролируем. Это обеспечивается и структурной упорядоченностью и наличием хорошо сбалансированной антиокислительной (АО) защиты, в которой видное место отводится токоферолам, содержание которых в сетчатке многих животных наивысшее [1], супероксиддисмутазам и т. д.

Селен, локализованный преимущественно в пигментном эпителии (ПЭ) глаза принимает определенное участие в системе АО защиты клеток. Установлена коррелятивная связь между дозой вводимого селена, глутатионпероксидазой (ГП) и антирадикальной активностью, оцененной по ослаблению интенсивности сигнала ЭПР в клетках ПЭ лягушек [2].

Соединения селена существенно поднимают АО активность, подавляют накопление липидных перекисей [3], причем селенорганические соединения оказывают более выраженный АО эффект, чем неорганические (селенит натрия). АО действие селена в определенной мере обусловлено включением селена в активный центр ГП (К.Ф.1.11.1.9), которая неспецифично разрушает перекиси [4].

Таким образом, АО активность соединений селена во многом определяется ГП. Согласно механизму действия ГП в клетках селен находится в форме селенола и окисляется перекисью до селениновой кислоты [5]. Можно предположить, что селенол является одной из активных АО форм селена в организме. Поэтому представлялось интересным исследовать влияние соединения селена селенольного класса на некоторые параметры СРО (накопление липоперекисей, активность ГП, сигнал ЭПР) в тканях глаза и для сопоставления—в печени лягушек.

МЕТОДИКА

Опыты были поставлены на двух группах лягушек (*Rana temporaria*), отличающихся обеспеченностью селеном: I группа—1,9 и II—1,1 мкг/г сухой массы цельной крови. Масса каждой лягушки 30—50 г. Количество используемых животных—150 штук по 75 в каждой группе.

Селеносодержащее вещество ($C_{10}H_{23}NSe$) вводилось три дня подряд в дозах: 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 0,7 мг чистого селена на 1 кг массы животного каждый раз.

Сетчатка и ПЭ извлекались в темноте (красный свет $\lambda - 650 \text{ нм}$), на ледяной бане. Каждая проба состояла из 10—14 сетчаток, которые погружались в физиологический раствор.

Одновременно выделялась и печень. Сразу после декапитации животных и после 10-минутного промывания в холодном физрастворе ($+5^\circ\text{C}$) кусочки печени гомогенизировались (1:10) в стальной гомогенизаторе. Перекисное окисление липидов (ПОЛ) индуцировали также, как в [3]. Эффективность ингибирования ПОЛ оценивалось по способности вводимого вещества влиять на кинетику накопления продуктов тиобарбитуровой кислоты (ТБК).

Для сравнения действия селенола были использованы стандартный антиоксидант ионол (4-метил-2,6-ди-трет-бутилфенол) в дозе 50 мг/кг и витамин Е в дозе 100 мг/кг, которые были введены с «твином» внутривенно за 12 часов до декапитации.

Содержание селена в крови определялось по методике [6].

Методика выделения ПЭ, измерений ЭПР и определения активности ГП описана в [2].

Результаты обрабатывались статистически.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено влияние селенола на развитие ПОЛ сетчатки и печени обеих групп животных. Развитие ПОЛ имеет наряду с целым рядом общих черт и определенные особенности, свойственные как виду органа, так и принадлежности к группе животных (рис. 1—4).

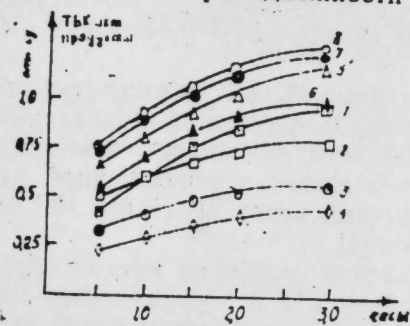


Рис. 1. Кинетика накопления ТБК-активных продуктов в сетчатке лягушек с пониженным селеновым статусом при инкубировании при 37°C . Ткань, обогащенная селеном в дозе 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 0,7 мг/кг соответственно (1, 2, 3, 4, 5); витамин Е; 7—ионол; 8—контроль.

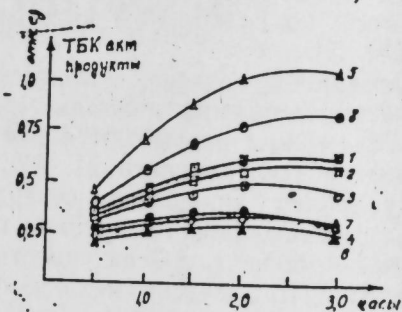


Рис. 2. Кинетика накопления ТБК-активных продуктов в печени лягушек с пониженным селеновым статусом. Обозначения те же, что на рис. 1.

Все дозы (за исключением 0,7 мк/кг) приводят к ингибированию накопления ТБК-активных продуктов. Однако в отличие от сетчатки, где имеет место четкая корреляция между ростом концентрации вводимого селена и ингибированием ПОЛ (I группа), для печени такая корреляция менее выражена (см. рис. 1 и 2). Доза в 0,7 мг/кг для лягушек с пониженным селеновым статусом еще оказывает слабый ин-

гибирующий эффект на ПОЛ сетчатки, в то время как для животных с повышенным содержанием селена она уже стимулирует накопление липоперекисей (рис. 1 и 3).

Для печени (рис. 2, 4) также обнаруживается ингибирование селеном, с той лишь разницей, что доза в 0,7 мг/кг в обоих вариантах резко усиливает ПОЛ.

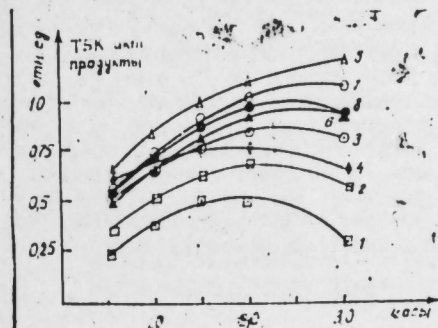


Рис. 3. Кинетика накопления ТБК-активных продуктов в сетчатке лягушек с повышенным селеновым статусом. Обозначения те же, что на рис. 1.

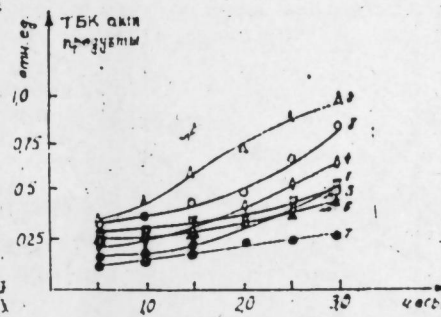


Рис. 4. Кинетика накопления ТБК-активных продуктов в печени лягушек с повышенным селеновым статусом. Обозначения те же, что на рис. 1.

Вероятно, существует такая критическая концентрация селенола, при которой происходит смена ингибирования на активацию ПОЛ. При этом в зависимости от обеспеченности селеном самих животных одни и те же дозы вводимого соединения действуют по-разному. Так, для сетчатки лягушек I группы наибольший эффект оказывала доза в 0,5, а для II группы—доза в 0,1 мг/кг (сравни рис. 1 и 3).

Известно, что в изолированных из организма тканях, наряду с окислительной деструкцией, интенсивно развивается и аутолиз. Ранее было показано, что селен (селенит натрия) в больших дозах резко активизирует аутолиз [7]. По-видимому, этим и можно объяснить наличие имеющейся точки инверсии, когда стимуляция ПОЛ за счет дезинтеграции структурно-функциональной целостности мембранного аппарата как бы уравновешивает АО-фактор, а дальнейшее увеличение дозы делает вклад аутолиза преобладающим.

Полученные данные (рис. 1—4) свидетельствуют о большем влиянии вводимого селена на ПОЛ сетчатки, нежели печени в зависимости от обеспеченности организма селеном. Кроме того, следует отметить то, что вводимые для сравнения известные антиоксиданты—витамин Е и ионол по-разному действуют на ПОЛ сетчатки и печени. Так (рис. 2, 4), они значительно уменьшают накопление ТБК-активных продуктов в печени (для обеих групп), при этом наиболее эффективные дозы селена только совпадают с действием ионола. На сетчатку же эти антиоксиданты (рис. 1, 3) значительно слабее действуют, чем на печень, особенно это касается ионола, который в случае насыщенности организма селеном не оказывает заметного влияния на ПОЛ. Возможно, это адаптивная реакция целостного организма, стремящегося возместить АО-излишек усилением окисляемости липидов.

Результаты по влиянию селенола на ГП активность и интенсивность сигнала ЭПР в ПЭ глаза лягушек представлены на рис. 5. Как видно, относительная интенсивность сигнала ЭПР уменьшается с уве-

личением дозы вводимого селена, причем начальная величина ее и ход кривых для обеих групп лягушек отличается незначительно. Максимальное уменьшение интенсивности сигнала ЭПР равно 60—70%. ГП активность в ПЭ увеличивается с увеличением дозы вводимого селена. Для лягушек I группы она увеличивается быстрее, чем для лягушек II группы.

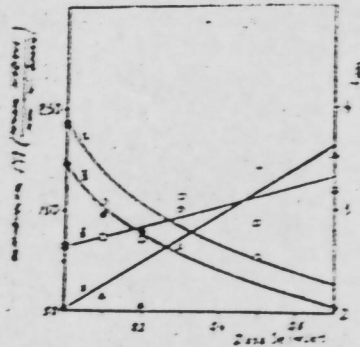


Рис. 5. Изменение ГП активности и интенсивности ЭПР сигнала в ПЭ лягушек при введении им селеносодержащего вещества. а и б—изменения интенсивности ЭПР сигнала для лягушек с пониженным и повышенным селеновым статусом соответственно; в и г—изменения активности ГП для лягушек с повышенным и пониженным селеновым статусом соответственно.

Максимально активность ГП в ПЭ глаза лягушки с низким уровнем селена увеличивается в 4 раза, тогда как для второй группы—только 60%. Рост активности ГП в обоих случаях носит линейный характер. По-видимому, селенол, введенный животным с недостатком селена, приводит к синтезу новых молекул ГП, участвующих в регуляции СРО процессов. Обеспеченность же селеном предполагает наличие необходимой активности ГП, а введение экзогенного селена не приводит к значительному изменению его активности.

Для селенита натрия были получены экстремальные кривые зависимости ГП и интенсивности ЭПР сигнала от дозы [2]. Максимальный эффект оказывала доза в 0,15 мг селена на 1 кг массы: ГП активность увеличивается на 60%, а интенсивность сигнала ЭПР—на 30%. Выше 0,15 мг селена приводило к уменьшению ГП активности и увеличению сигнала ЭПР. Такая картина, видимо, связана с токсичным воздействием селенита натрия. Органические соединения являются менее токсичными, и этим, по-видимому, можно объяснить отсутствие экстремума в нашем случае.

Исходя из полученных данных, следует отметить, что селенолы являются эффективными регуляторами свободнорадикального окисления при введении их в организм животного, при этом важное значение имеет сам селеновый статус организма.

Таким образом, эти и полученные ранее результаты [2, 3] позволяют заключить, что эффективность ингибирования СРО зависит от многих факторов: от вида и обеспеченности селеном животных, дозы и способа введения, от вида самих соединений и т. д. Для различных тканей и органов она может заметно отличаться.

Литература

1. Даемен F. J. M. *Biochim. biophys. Acta*, v. 300, p. 255, 1973.
2. Юсифов Э. Ю. Распределение и роль селена в пигментном эпителии глаза. Авторефер. канд. дисс. Минск, 1980.
3. Абдуллаев Г. Б., Гусейнов Т. М., Мамедов Ш. В., Мамедов Э. Ш., Шахтагтинский Т. Н. *ДАН Азерб. ССР*, т. XXXVII, №1, с. 37, 1931.

4. Ganther H. E., Hafeman D. G., Lawrence R. A., Serfass R. E., Hoekstra V. G. In: *Trace-elements in human health and disease*, 2, 165. N. Y., 1976.
5. Forstrom J. W., Zakowski J. J., Tappel A. L. *Biochemistry*, v. 17, p. 2639, 1978.
6. Назаренко И. И., Кислова И. В., Гусейнов Т. М., Мкртчян М. А., Кислов А. М. *Ж. Аналит. химии*, т. XXX, № 4, с. 738, 1975.
7. Гусейнов Т. М. Свободнорадикальные окислительные процессы в перерабатываемых и консервированных тканях. Автореф. канд. дисс. Тбилиси, 1979.

Научный центр биологических исследований

Институт теоретических проблем химической технологии

Поступило 20. I 1981

Т. М. Гусейнов, Е. Ю. Юсифов, Ш. В. Мамедов, Е. Ш. Мамедов, Н. Р. Вэлиева

НЕЈВАНЛАРЫН БЭ'ЗИ ТОХУМАЛАРЫНДА СЕЛЕНОЛУН АНТИОКСИДЛЭШДИРИЧИ ТЭ'СИРИНИН ХУСУСИЈЭТЛЭРИ

Мәгаләдә селенол типли селен бирләшмәсинин гурбаганын гара чифәри, көзүн торлу гишасы вә пигмент эпителисиндәки сәрбәст радикалы оксидләшмәнин бә'зи параметрләринә тә'сир шәри едилмишдир.

Мүәјжән едилмишдир ки, селенолун кичик дозалары гара чифәр вә торлу гишадда липидләрин пероксил оксидләшмәни мәнсулларынын топланмасыны зәифләдир, пигмент эпителисиндә ЕПР сигналынын интенсивлијини азалдыр, глутатионпероксидаза ферментинин активлијини исә артырыр. Нејван организмдә селенин илкин миғдарынын мүһүм әһәмијјәти вардыр: еколен селенин антиоксидләшдиричи тә'сирини онун чатышмамазлыгы заманы өзүнү даһа гүввәтли бүрүзә верир.

T. M. Guseinov, E. Yu. Yusifov, Sh. V. Mamedov, E. Sh. Mamedov, N. R. Veliyeva

THE FEATURES OF ANTIOXIDATIVE EFFECT OF SELENOL IN SOME ANIMAL TISSUES

The influence of selenol class selenium compound on some parameters of free-radical oxidation in retina, the pigment epithellum of eye and frog liver has been studied in this work.

Selenol in little doses is found to delay the accumulation of products of lipid peroxidation in retina and liver, to increase glutathione peroxidase activity and to decrease EPR signal amplitude in pigment epithellum of eye. The state of animal selenium status is of great importance: at the initial inefficiency of endogenous selenium the antioxidative peculiarities of exogenous selenium are expressed more strongly.

Я. А. ЯРАЛНОВ, Р. Г. ГУСЕЙНОВА, А. И. АЛЕКПЕРОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОВОССТАНОВЛЕНИЯ ЙОДА
В СИСТЕМЕ J₂/J⁻

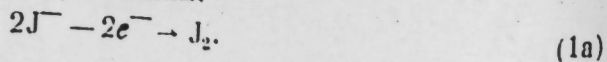
(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Т. Н. Шахтахтинским)

Для изучения электрохимических реакций широко применяется система йод-йодид [1-4]. Однако исследование этой системы представляет определенные трудности, связанные с диффузионной природой кинетики электродных процессов [5] и с образованием на аноде твердой йодной пленки [6,7]. Тем не менее изучение электрохимических реакций, сопровождающихся одновременной адсорбцией на поверхности электрода и реагирующего иона и продукта реакции имеет теоретическое значение. Как известно [8-11], на поверхности Pt адсорбируется как J⁻, так и J₂, в то время как продукт взаимодействия йода с йодидом-трийодидный комплекс [J₃⁻], который всегда существует в растворе при C_{J⁻} > C_{J₂}, не адсорбируется на поверхности электрода [10,11]. Константа устойчивости J₃⁻ равна 1,5·10⁻³ [5] и с повышением отрицательного потенциала электрода этот комплекс разлагается.

В настоящей работе приводятся результаты исследований катодных процессов в системе J₃⁻/J⁻, проведенных методом динамической вольтамперометрии. Потенциодинамические поляризационные кривые снимались при 18°C на потенциостате П-5827 с различной разверткой потенциала. Рабочим электродом служила платиновая проволока площадью 0,08 см², а электродом сравнения-насыщенный хлор-серебряный полуэлемент. Все потенциалы электрода приведены относительно хлорсеребряного электрода. Растворы йода готовились в бидистиллированной воде в присутствии KJ („хч“), чистота кристаллов йода соответствовала квалификации „осч 17-5“. Фоновым электролитом служил 1 N Na₂SO₄ („чда“).

В случае, когда начальный потенциал, с которого начиналась развертка (φ_{нач.}), был более положительным, чем равновесный потенциал системы (φ_{равн.}), поляризационная кривая сначала резко смещается в анодную сторону, а затем с дальнейшим линейным уменьшением положительного потенциала кривая проходит через абсциссу и образует пик катодного тока (i_p, рис. 1.)

Как видно из рис. 1, пик на катодной кривой (i_p) образуется также и в растворе KJ, не содержащем молекулярный йод (сплошные кривые). В этом случае при отклонении φ_{равн.} в положительную сторону (φ_{нач.} = 0,45 В), сперва происходит окисление J⁻, находящихся на поверхности электрода по уравнениям:



или



а затем в катодной области тока протекает обратное их восстановление по уравнениям:



или



Чем больше отклонение потенциала от φ_{равн.}, т. е. чем выше значение φ_{нач.}, тем большее количество J⁻ окисляется на электроде и, следовательно, при обратном токе увеличивается i_p (рис. 1 а, б).

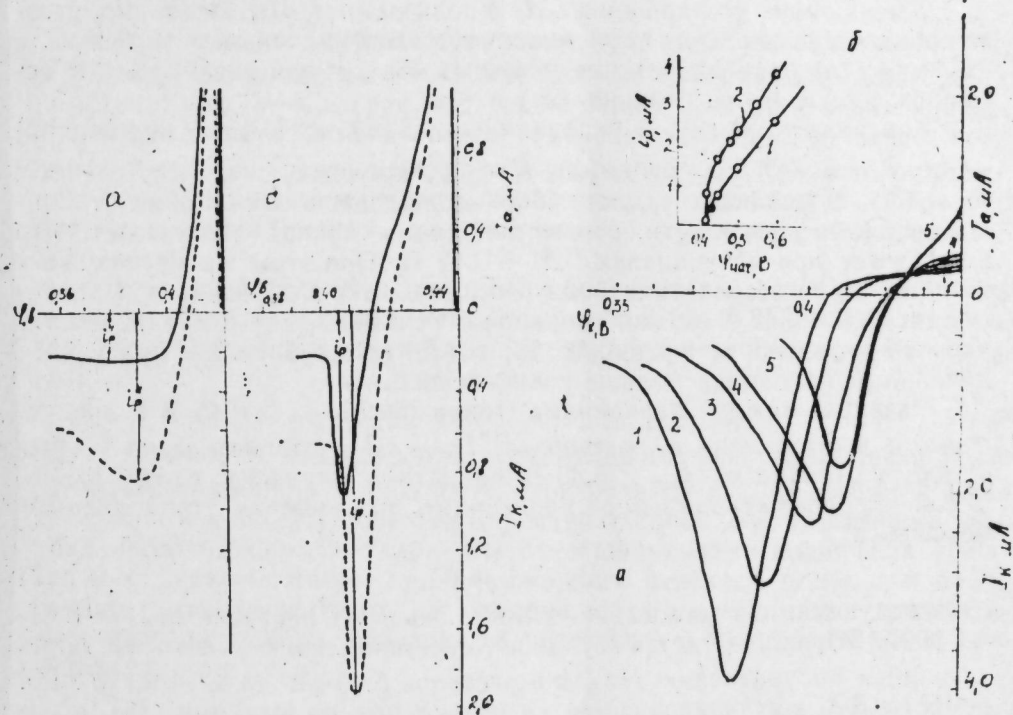


Рис. 1. Вольтаммограммы v=0,2 В/мин в растворах 0,134 M KJ + 1 N Na₂SO₄ (сплошные) и 5,49·10⁻² M KJ₃ + 0,118 M KJ + 1 N Na₂SO₄ (пунктирные) при начальных потенциалах 0,42 В (а) и 0,45 В (б).

Рис. 2. а-катодные вольтаммограммы v=0,2 В/мин в растворе 5,49·10⁻² M KJ₃ + 0,118 M KJ + 1 N Na₂SO₄ при различных значениях φ_{нач.} (В): 1-0,60; 2-0,55; 3-0,50; 4-0,48; 5-0,45, б-i_p, φ_{нач.}-зависимости в растворах 0,134 M KJ + 1 N Na₂SO₄ (1) и 5,49·10⁻² M KJ₃ + 0,118 M KJ + 1 N Na₂SO₄ (2).

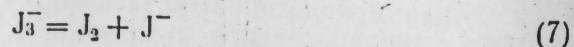
В присутствии в растворе J₃⁻ высота катодного пика (i_p) больше, чем при его отсутствии (рис. 1, пунктирные кривые). В этом же случае в первый момент электролиза, помимо реакции окисления J⁻ по уравнению (1а), возможно также и окисление трийодидного комплекса:



Так как продуктом обеих реакций (1а) и (3а) является молекулярный йод, в обратном токе имеет место реакция (1к), но с большим количеством J_2 , чем это имело место в чистом растворе КJ. Как следует из рис. 1, при $\varphi_{нач.} = 0,42$ В (рис. 1а) соотношение i_p/i_p' равно 3,5, а при $\varphi_{нач.} = 0,45$ В (рис. 1б) — 2,1. Если предположить, что i_p' и i_p пропорциональны концентрации J_2 , то количество восстанавливаемого в обратном токе йода в среднем в 2,9 раза больше в растворе 0,118 М КJ + $5,49 \cdot 10^{-2}$ М КJ₃ + 1 N Na₂SO₄, чем в растворе 0,134 М КJ + 1 N Na₂SO₄. Действительно, из уравнений (1а) и (3а) ясно, что количество молекулярного йода, получаемого на поверхности электрода в случае окисления J_3^- , в три раза больше, чем в случае окисления J^- . Уменьшение соотношения i_p/i_p' с повышением $\varphi_{нач.}$, очевидно, можно объяснить тем, что при более высоком начальном потенциале реакция (1а) преобладает над реакцией (3а), а при низких $\varphi_{нач.}$ в основном имеют место реакции (2а) и (3а).

Как видно из рис. 2б, в условиях $\varphi_{нач.} \geq 0,45$ В имеют место уравнения $i_p = \varphi' + K_1 \varphi_{нач.}$ и $i_p = \varphi'' + K_2 \cdot \varphi_{нач.}$, причем $i_p' > i_p$ и $K_1 = 12,0$; $K_2 = 13,5$. В условиях $\varphi_{нач.} < 0,45$ В наблюдается отклонение от прямолинейной зависимости, и экстраполяция кривой показывает, что i_p исчезает при потенциалах 0,41 + 0,42 В. При этих же потенциалах начинается восстановление йода (рис. 2а). Таким образом, при потенциалах 0,41—0,42 В можно пренебречь реакцией (2к) и предположить, что при этом скорость реакций (1а) и (3а) также близка к нулю, хотя начальный потенциал больше равновесного.

Разница между значениями токов пика $\varphi_{нач.} > 0,45$ В в присутствии и в отсутствие в растворе J_3^- ($i_p - i_p'$) в среднем равна 1. Очевидно, в отличие от $\varphi_{нач.} < 0,45$ В в обратном случае, т. е. при $\varphi_{нач.} > 0,45$ В, преимущественно происходит разложение трийодидного комплекса:



с последующим восстановлением йода. Значит, в растворе 0,134 М КJ + 1 N Na₂SO₄ подвергается катодному восстановлению только йод образующийся по уравнению (1а), а в растворе $5,49 \cdot 10^{-2}$ М КJ₃ + 0,118 М КJ + 1 N Na₂SO₄ восстанавливается не только йод по реакции (1а), но и йод, образовавшийся по реакции (3а) и (7). В условиях $\varphi_{нач.} = 0,42$ В количество йода, получаемого по реакции (1а), относительно мало, и в основном восстанавливается йод трийодидного комплекса по уравнениям (3а) и (7). Этот результат не является неожиданным, потому что, во-первых с уменьшением положительного потенциала устойчивость комплекса J_3^- снижается и, во-вторых, благодаря более сильной адсорбции J^- и J_2 на платине, чем J_3^- [10,11], концентрация J_2 в двойном слое больше, чем J_3^- .

Как известно из общей теории вольтамперометрии с линейно изменяющимся потенциалом [12], ток пика находится в прямолинейной зависимости от концентрации деполаризатора. Однако в данном случае граничные условия несколько отличаются от общепринятых условий для вывода уравнений динамической вольтамперометрии. При линейной развертке потенциала последний выражается уравнением

$$\varphi = \varphi_{нач.} - vt, \quad (5)$$

где v — скорость развертки потенциала, φ — потенциал электрода, соответствующий t времени электролиза. Обычно $\varphi_{нач.}$ принимается равным $\varphi_{равн.}$ и концентрация J_3^- у поверхности электрода равна его концентрации в объеме раствора: $C_{J_3^-}^s = C_{J_3^-}^0$. Но в исследованных нами

условиях системы J^-/J_3^- $\varphi_a < \varphi_{равн.} < \varphi_k$ φ_a — потенциал электрода, соответствующий катодному процессу восстановления йода) $\varphi_a = 0,315 \div 0,325$ В; $\varphi_{равн.} = 0,379 \div 0,380$ В; $\varphi_k = 0,405 \div 0,421$ В. Интересно, что при одновременном участии в растворе J^- и J_3^- анодный процесс окисления йодида протекает с деполаризацией ($\eta^a = -0,06$ В), а катодный процесс восстановления йода протекает с перенапряжением ($\eta^k = 0,026 + 0,041$ В).

Таким образом, при исследовании катодного процесса в системе J^-/J_3^- нарушено первое начальное условие динамической вольтамперометрии: $\varphi_{равн.} \neq \varphi_{нач.}$ (рис. 2). Также нарушено второе начальное условие для вывода кинетического уравнения вольтамперометрии: концентрация J^- в начале электролиза не равна нулю. Кроме того, в данном случае необходимо учесть возможность образования на поверхности электрода пленки, не растворимого в растворе кристаллического йода.

Несмотря на все эти отклонения от гипотетических условий, как видно из рис. 2б, i_p в пределах $\varphi_{нач.}$ от 0,45 до 0,6 В прямолинейно зависит от $\varphi_{нач.}$, как это соответствует уравнению Рэндлса—Шевчика [13]:

$$i_p = 2,72 \cdot 10^5 \cdot n^{3/2} \cdot S \cdot \sqrt{D} \cdot \sqrt{v} \cdot C^0, \quad (6)$$

где n — количество электронов, принимавших участие в электронной реакции, S — рабочая поверхность электрода, D и C^0 — коэффициенты диффузии и концентрация реагирующей частицы соответственно. Исходя из приведенных отклонений от общепринятых граничных условий и из невозможности количественного перехода от $\Delta\varphi_{нач.}$ к $\Delta C_{J_3^-}$, трудно было определить из наклона $di_p/d\varphi_{нач.}$ основные данные о характере катодного процесса, в частности о его обратимости или необратимости.

Выводы

1. Исследованы катодные процессы в системе J_3^-/J^- методом динамической вольтамперометрии.
2. Установлено, что в начале электролиза в зависимости от условий снятия вольтамперограмм происходит или окисление, или же разложение трийодидного комплекса с последующим катодным восстановлением йода.
3. Выявлено, что для определения кинетической характеристики катодного процесса в системе КJ₃/КJ не применимо уравнение вольтамперометрии с линейно изменяющимся потенциалом.

Литература

1. Барбашева И. Е., Поваров Ю. М., Луковцев П. Д. „Электрохимия“, 3, 1149, 1202, 1967; 6, 92, 175, 306, 1970; 8, 1275, 1972. 2. Newson J. D., Riddiford A. C. J. Electrochem. Soc., 108, 699, 1961. 3. Kolthoff J. M., Jordan J.

J. Amer. Chem. Soc., 75, 1571, 1953. 4. Giordano M. G., Masagno V. A., Vazan J. C., Arvia A. J. Electrochem. acta, 11, 1553, 1966; 14, 335, 1969. 5. Феттер К. Электрохимическая кинетика. "Химия", М., 1967. 6. Авербух А. М. Новицкий М. А., Соколов Л. А., Луковцев П. Д. "Электрохимия", 1, 251, 1965. 7. Гохштейн А. Я. "Электрохимия", 1, 285, 906, 1052, 1965; 3, 32, 1967. 8. Балашова Н. А. ЖФХ, 32, 2266, 1958; ДАН СССР, 115, 336, 1957. 9. Казаринов В. Е., Балашова Н. А. ДАН СССР, 134, 864, 1960; "Электрохимия", 1, 512, 1965; "Успехи химии", 34, 1721, 1965. 10. Osteryang R. A., Layer G., Anson F. C. J. Electrochem. Soc, 110, 926, 1963; Anal. Chem., 36, 975, 1964. 11. Osteryang R. A. Anal. Chem., 35, 1100, 1963. 12. Делаксей П. Новые приборы и методы в электрохимии. Издательство, М., 1957.

Институт неорганической
и физической химии

Поступило 8. X 1980

Ж. Э. Жаралиев, Р. Г. Гусейнова, Э. И. Элакбаров

ЖОД-ЖОДИД СИСТЕМИНДЭ ЖОДУН ЕЛЕКТРОРЕДУКСИЯСЫНЫН ТЭДГИГИ

Жодун электрохимияви редуксиясы просеси гејри-стационар полжарлашма эјри лэри васитэсилэ тэдгиг олунмушдур. Катод эјрисиндэ илкин һундурлүјү потенсиалыи дәјишмэ сүрәтинини башландыгы илкин гижәтиндэн асылдыр. Мүәјјән едилмишдир ки, илкин потенсиалдан асылы олараг үчјодид комплекси дә молекуллар жода кими оксидләшир (таразлыг потенсиалына нисбәтән онун даһа жүксәк мүсбәт гижәтләриндә), ја да жода вә јодидә парчаланыр. Беләликлә, анчаг молекуллар жод катод редуксиясына мәрүз галыр.

Ya. A. Yaraliev, R. G. Guseinova, A. I. Alekperov

INVESTIGATION OF ELECTROREDUCTION OF THE IODINE IN THE J_2/J^- SYSTEM

Electroreduction of iodine by taking off nonsteady polarization curves was investigated. The height of the peak on the cathodic curve depends upon initial potential from which its scan rate begins. It is found out that triiodide ion is oxidized into iodine (at the high anodic potential) or is decomposed to iodine and iodide. The latter undergoes the cathodic reduction.

Член-корр. Ак. А. АЛИ-ЗАДЕ, С. А. АЛИЕВ, Ю. И. КАЦ,
Г. А. ГАМЗАЕВ, А. М. МАМЕДАЛИЗАДЕ.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПРИСУТСТВИИ ДАТСКОГО ЯРУСА В МЕЖДУРЕЧЬЕ ХАЧИНЧАЙ И ТЕРТЕРЧАЙ (МАЛЫЙ КАВКАЗ)

На Малом Кавказе датские отложения сравнительно менее распространены. Проблема датского яруса на Малом Кавказе вообще дискуссионна. Как известно, в конце мезозоя вымерли многие руководящие для позднего мела группы организмов—аммониты, белемниты, иноцерамы, рудисты и др. Отсутствие представителей перечисленных выше фаун в разрезах часто не позволяет отчетливо наметить границу между маастрихтским и датским ярусами.

При установлении стратиграфического положения верхней границы маастрихтского яруса наибольший интерес представляют остатки морских ежей и брахиопод. Изучение ископаемых брахиопод, собранных в верхнемеловых отложениях, развитых в междуречье Тертерчай и Хачинчай, позволило внести некоторые уточнения в стратиграфию этих отложений.

В большинстве палеонтолого-стратиграфических работ [1—4] отсутствуют сведения о присутствии датских отложений в указанном районе. Лишь Г. М. Гасановым, Р. Б. Аскеровым и А. М. Ахундовым [5] на горе Гедекбурун выделены отложения датского яруса, где они выражены известняками мощностью 20 м характерной фауной брахиопод *Orbirhynchia rionensis* (Anth.).

В окрестностях сел. Магабус, Мингрельский и Агбурун Р. А. Халафовой [6] из известняков были собраны остатки брахиопод: *Cyclothyris rionensis* Anth., *C. trachuriensis* Porch., *Carneithyris tobbergi* Lundg r., *C. aff. subrotunda* Hadd. По мнению этого автора, приведенные комплексы брахиопод не позволяют с достаточной точностью датировать возраст содержащих их отложений. Автор отмечает, что эти остатки характеризуют как маастрихтский, так и датский ярус. Однако здесь же автор приводит сведения об обнаружении датских брахиопод: *Cyclothyris rionensis* Anth. и *Brissoprenaster gaudroni* Cott. в басс. р. Хачинчай.

При посещении разрезов верхнего мела в районе р. Шахбулаг и басс. р. Габардачай, ущ. Богаздере и в окрестностях сел. Мадагиз нам удалось детально изучить соотношение между маастрихтским и датским ярусами. На указанной территории маастрихтские отложения имеют широкое распространение и выделяются как по литологическим особенностям, так и по характерной фауне. Литологический состав маастрихтских отложений во всех изученных разрезах почти одинаковый и выражен светлыми, серовато-белыми, песчанистыми и органогенно-детритусовыми известняками с прослоями мергелей и плотных песчанистых раскристаллизованных известняков. В этих отложениях

нами были собраны многоисленные остатки брахиопод: *Cyclothyris magna laia* Katz, *Praenocypris darvasensis accidentalis* Katz и в меньшей мере *Crania craniolearis* (Lin.), *Cratirhynchia limbata mangylata* Makrid. et Katz, *C. retracta* (Roem.), *Klingena pentangulata* (Woodw) *Orbientolthyris* sp. и морских ежей: *Conulus magnificus* b'Orb., *Homo-easter tunetanus* Pom., *Echinocorys marginatus* Portl. и др., свидетельствующие о приуроченности этой толщи к маастрихтскому ярусу. Мощности маастрихтских отложений в разрезе родн. Шахбулаг составляет 120 м, а в бассейнах р. Хачинчай—55м Габардачай—60м. В направлении к Мадагизу мощность маастрихтских отложений уменьшается и уже в окрестностях самого селения они полностью выклиниваются.

В разрезах родн. Шахбулаг и басс. р. Хачинчай нами наблюдалось трансгрессивное залегание датского яруса над маастрихтом. Ввиду плохой обнаженности угловое несогласие между маастрихтом и датом в разрезах басс. р. Габардачай и ущ. Богаздере нам не удалось наблюдать.

В этом отношении большой интерес представляет разрез в окрестностях сел. Мадагиз, где наши наблюдения подтверждают данные О. Б. Алиева [2] о трансгрессивном залегании органогенно-обломочных известняков над пелитоморфными известняками кампана. Однако О. Б. Алиев [2] и др. исследователи (1, 6, 7 и др.) относили эти органогенно-обломочные известняки маастрихту.

Детальные и послонные сборы фауны в указанных органогенно-обломочных известняках разрезов родн. Шахбулаг, басс. р. Хачинчай, ущ. Богаздере и окр. сел. Мадагиз позволили нам установить точный их возраст. В частности, собранные нами здесь остатки *Probolarina ripensis* (Anth.) и *Probolarina faxensis* (Ross.) из органогенно-обломочных известняков являются характерными для дата Крымско-Кавказской области и Закавказья.

Как уже было отмечено выше, в разрезе сел. Мадагиз отложения, условно отнесенные ранними исследователями к маастрихту, по результатам наших исследований соответствуют датскому ярусу.

Мощность датского яруса в разрезах родн. Шахбулаг составляет 35 м., басс. р. Хачинчай—49 м., ущ. Богаздере—20 м, а в окрестностях сел. Мадагиз—35 м. Для получения дополнительно подтверждающих данных о датском возрасте отложений между речья Хачинчай и Тертерчай нами было проведено исследование микрофаунистического состава этих известняков. По микрофаунистическим данным А. Геодакчян, в отложениях разреза род. Шахбулаг обнаружены лишь неопределимые *Brotzenella* sp., *Asteriggrina* sp., *Lingulina* sp., и *Radio-laria*. В органогенно-обломочных известняках разр. басс. р. Габардачай, залегающих на отложениях маастрихта, фауна не обнаружена и по литологическому составу условно эти известняки нами относятся к датскому ярусу.

Следует отметить, что аналогичная картина наблюдается и в пределах Севано-Карабахской зоны, где нами в разрезе верхнемеловых отложений в окрестностях сел. Гочас в серых, слабопесчанистых известняках были обнаружены *Probolarina ripensis* (Anth.), *Chalwinothyris lers* Nilss., *Hemiasler iakermansis* Log., *Coraster sphaericus* Seun., *Echinocorys oblicuus* Raven, *Protobrissus canaliculatus* (Coll.) и др. Перечисленные морские ежи характерны только для датского

яруса. Все это подтверждает в определенной мере наши предположения о наличии датских отложений центральной части Сомхит-Агдамской зоны.

Литература

1. Ренгартен В. П. Стратиграфия меловых отложений Малого Кавказа. «Региональная стратиграфия СССР», № 6, изд-во АН СССР, 1959.
2. Алиев О. Б. Стратиграфия и фауна меловых отложений северо-восточной части Малого Кавказа (междуречье Кошкарчай—Тертер). Изд-во АН Азерб. ССР, Баку, 1967.
3. Алиюлла Х. Стратиграфия и микрофауна верхнемеловых отложений восточного склона Малого Кавказа (на азерб. яз.). Изд-во АН Азерб. ССР, Баку, 1967.
4. Али-заде Ак. А. Меловые белемниты Азербайджана. Изд-во «Недра», М., 1972.
5. Гасанов Г. М., Аскеров Р. Б., Ахундов А. М. «ДАН Азерб. ССР», т. XXVIII, № 4, стр. 60—61, 1972.
6. Халафова Р. А. Фауна и стратиграфия верхнемеловых отложений юго-восточной части Малого Кавказа и Нахичеванской АССР. Азгосиздат, Баку, 1969.
7. Халафова Р. А., Попхадзе М. В. «Изв. АН Азерб. ССР», № 4, стр. 51—62, 1953.

Институт геологии

Поступило 15. I 1982

Ак. А. Элизаде, С. А. Алиев, Ж. И. Катс, К. Э. Хамзаев, Э. М. Мамедализаде

ХАЧИНЧАЙ ВЭ ТЭРТЭРЧАЙ (КИЧИК ГАФГАЗ) ЧАЛЛАРЫ АРАСЫНДА ДАТ МЭРТЭБЭСИ НАГГЫНДА ЖЕНИ МЭ'ЛУМАТЛАР

Кичик Гафгазын Хачинчай вэ Тэртэрчай хөвзэлэри арасында кеоложи-стратиграфик елми-тэдигат ишлэри апарылмыш вэ бир сыра жени нэтичэлэр элдэ едилмишдир. Чинчагагылар вэ дэниз кирпилэринин газыты галыглары арасында бу эразидэ илк дэфэ олараг энанкдашыларындан ибарэт Дат мэртэбэсинин олдугу ашкар едилмишдир.

Ак. А. Ali-Zade, S. A. Aliev, Yu. I. Katz, G. A. Hamzayev, A. M. Mamedalizade

NEW DATA ABOUT THE PRESENCE OF DAT STAGE IN KHACHINCHAY AND TERTERCHAY INTERFLUVE (THE MINOR CAUCASUS)

The work is dedicated to the study of stratigraphy of Khachinchay and Terterchay interfluve in Minor Caucasus. Dat deposits are first distinguished here, on the base of detail investigations of brachiopod and echinoid (sea-urchin) remains, defined by organic calcarenite limestones.

З. М. КУЛИЕВ.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИНЯ АГРАХАНСКОГО И МАЛОГО КЫЗЫЛАГАЧСКОГО ЗАЛИВОВ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

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

В литературе отсутствуют сведения о морфологии линя Аграханского и Кызылагачского заливов Каспийского моря. Ю. А. Абдурахманов (1962, 1957) на основании исследований 20 экз. рыб дает лишь сводную таблицу об индексах морфологических признаков линя, обитающего в бывшем Ольховском озере. В настоящее время последнее высушено.

Материалом для настоящей работы послужила морфометрия 50 экз. линя (25 экз. самок, 25 экз. самцов) из Малого Кызылагачского и 25 экз. из Аграханского заливов (1973).

Меристические признаки линя Малого Кызылагачского залива характеризуются следующими данными: D III—IV 8—10, A III 7—8; число чешуй в боковой линии 87—104 ($93,91 \pm 0,28$); число чешуй над боковой линией—22—29 ($25,47 \pm 0,18$); под боковой линией—16—21 ($18,73 \pm 0,14$); количество тычинок в верхней части первой жаберной дуги—12—17 ($13,91 \pm 0,15$); в нижней части—20—29 ($21,27 \pm 0,22$); количество позвонков—34—38 ($36,97 \pm 0,85$); количество глоточных зубов—4—5.

У аграханской популяции линия: D III—IV 8, A III 7—8; число чешуй в боковой линии—94—110 ($98,51 \pm 0,38$); чешуй над боковой линией—24—30, под линией—19—24; число тычинок в верхней части первой жаберной дуги—11—15; в нижней части—22—27; число позвонков—36—39; количество глоточных зубов—4—5.

Пластические признаки аграханской и кызылагачской популяций соответственно имели следующие показатели в процентах от длины тела: длина рыла— $9,04 \pm 0,12$ (7,7—9,82); $8,42 \pm 0,06$ (7,3—9,0); диаметр глаза— $3,32 \pm 0,12$ (3,3—4,17); $4,12 \pm 0,04$ (3,4—4,8); заглазничный отдел головы— $12,42 \pm 0,10$ (11,4—13,6); $12,28 \pm 0,08$ (10,9—13,1); длина головы— $25,67 \pm 0,17$ (23,8—27,1); $25,92 \pm 0,09$ (23,7—29,4); высота головы— $20,31 \pm 0,27$ (17,9—23,1); $19,55 \pm 0,13$ (17,5—21,6); ширина лба— $9,90 \pm 0,08$ (9,4—11,0); $10,18 \pm 0,05$ (9,5—11,0); наибольшая высота тела— $31,83 \pm 0,03$ (29,0—35,9); $31,67 \pm 0,17$ (28,4—34,4); наименьшая высота тела— $15,42 \pm 0,12$ (13,8—16,6); $15,28 \pm 0,10$ (13,6—16,7); антедорсальное расстояние— $53,59 \pm 0,03$ (49,8—56,4); $54,71 \pm 0,17$ (51,2—58,5); антевентральное расстояние— $48,59 \pm 0,02$ (46,4—51,2); $48,59 \pm 0,17$ (45,0—52,5); антеанальное расстояние— $71,55 \pm 0,02$ (69,5—74,0); $70,93 \pm 0,32$ (68,0—78,0); постдорсальное расстояние— $33,63 \pm 0,25$ (31,8—38,8); $35,53 \pm 0,18$ (32,9—38,2); длина хвостового стебля— $18,59 \pm 0,17$

($16,9—20,3$); $19,27 \pm 0,15$ (16,8—21,6); длина основания D— $14,9 \pm 0,14$ (13,6—16,2); $13,65 \pm 0,19$ (16,7—29,4); наибольшая высота D— $18,51 \pm 0,22$ (16,9—20,7); $18,64 \pm 0,11$ (13,3—16,7) длина основания A— $10,0 \pm 0,17$ (8,8—11,8); $9,84 \pm 0,11$ (8,2—12,0); наибольшая высота A— $16,39 \pm 0,29$ (13,3—20,0); $17,31 \pm 0,17$ (14,6—19,5); длина P— $19,51 \pm 0,23$ (17,8—22,1); $19,45 \pm 0,16$ (17,3—22,2); длина V— $18,71 \pm 0,29$ (17,6—22,5); $19,35 \pm 0,21$ (17,2—22,2); длина верхней лопасти C— $18,6 \pm 0,14$ (17,4—20,0); $19,07 \pm 0,15$ (17,2—21,1); длина нижней лопасти C— $19,6 \pm 0,16$ (18,5—21,2); $19,53 \pm 0,15$ (17,2—21,6); расстояние между P—V— $24,63 \pm 0,26$ (22,8—27,4); $25,37 \pm 0,19$ (21,7—27,6); расстояние между V—A— $24,35 \pm 0,26$ (22,1—27,4); $25,05 \pm 0,18$ (22,0—27,9).

В процентах от длины головы: высота головы— $78,51 \pm 0,57$ (70,0—82,2); $77,8 \pm 0,49$ (66,5—84,5); диаметр глаза— $14,59 \pm 0,02$ (12,5—16,2); $14,97 \pm 0,2$ (13,1—18,8); длина рыла— $35,51 \pm 0,3$ (38,8—39,1); $33,3 \pm 0,23$ (28,8—37,2); ширина лба— $39,47 \pm 0,3$ (36,1—42,2); $40,01 \pm 0,27$ (25,2—44,5); заглазничный отдел головы— $48,71 \pm 0,28$ (45,1—52,5); $48,59 \pm 0,25$ (44,2—52,2).

Изучаемые популяции линя по многим морфологическим признакам существенно не отличаются друг от друга. Из сравниваемых 23 пластических и 8 меристических признаков различия между ними обнаруживаются по 6 признакам (количество чешуй в боковой линии, длина рыла, диаметр глаза, длина головы, антедорсальное и постдорсальное расстояния).

Из указанных признаков количество чешуй в боковой линии ($M_{Diff} = 14,0$), длина рыла ($M_{Diff} = 4,4$), длина головы ($M_{Diff} = 4,0$) в процентах от длины тела у аграханской популяции линя больше, чем у кызылагачской, а диаметр глаза ($M_{Diff} = 9,0$), антедорсальное ($M_{Diff} = 6,6$) и постдорсальное ($M_{Diff} = 6,1$) расстояния, наоборот, меньше.

Сравнение морфологических признаков самок и самцов линия из Малого Кызылагачского залива

Признаки	Самки M+m	Самцы M+m	M_{Diff}
Общая длина (L), см	$30,33 \pm 0,09$	$29,71 \pm 0,33$	—
Длина тела (l), см	$23,73 \pm 0,08$	$23,31 \pm 0,35$	—
В % от длины тела			
Длина D	$13,90 \pm 0,14$	$14,88 \pm 0,18$	4,26
Наибольшая высота D	$18,87 \pm 0,23$	$20,51 \pm 0,23$	4,97
Длина A	$9,14 \pm 0,09$	$10,34 \pm 0,23$	4,80
Наибольшая высота A	$16,11 \pm 0,24$	$17,80 \pm 0,14$	6,0
Длина P	$18,10 \pm 0,14$	$20,26 \pm 0,15$	10,3
Длина V	$18,50 \pm 0,18$	$20,55 \pm 0,18$	7,9
Длина верхней лопасти C	$18,34 \pm 0,14$	$19,39 \pm 0,16$	4,0
Длина нижней лопасти C	$18,90 \pm 0,24$	$20,00 \pm 0,20$	4,0
Расстояние между V—A	$25,71 \pm 0,18$	$24,79 \pm 0,18$	3,5
В % длины головы			
Диаметр глаза	$11,87 \pm 0,29$	$15,43 \pm 0,23$	9,7
Ширина лба	$41,39 \pm 0,30$	$39,83 \pm 0,27$	3,4

По сведениям Ю. А. Абдурахманова (1962), половозрелые самцы линя имеют на брюшных плавниках утолщенный луч. По другим наружным признакам различий между полами не замечается.

П. И. Жуков (1965), исследовавший лия из водоемов Белоруссии, кроме наличия утолщенного луча в брюшных плавниках у самцов отмечает и удлиненность этих лучей.

Вопреки данным упомянутых авторов, самцы лия отличаются от самок и по ряду других пластических признаков. У самцов лия не только длинный брюшной плавник, но и длинные спинной, анальный, грудной и хвостовой плавники, высокие спинной и анальный плавники, немного больше расстояние между брюшным и анальным плавниками (таблица).

Кроме того, диаметр глаза в процентах от длины головы у самцов больше, чем у самок, а ширина лба, наоборот, больше у последних. Однако следует отметить, что различия по указанным признакам между полами обнаруживаются только при морфометрических измерениях.

Выводы

1. Популяция лия, населяющие Аграханский и Малый Кызылагачский заливы, по большинству меристических и пластических признаков не отличаются друг от друга. Аграханская популяция лия имеет лишь чуть больше чешуй в боковой линии, сравнительно длинное рыло и голову, меньший диаметр глаза, антедорсальное и постдорсальное расстояния.

2. Отсутствие реальных различий по многим пластическим и меристическим признакам между аграханской и кызылагачской популяциями лия говорит о том, что, несмотря на различия экологических условий в водоемах, где обитает лия, морфологические признаки его не подвергаются резким изменениям или изменяются незначительно.

Литература

1. Абдурахманов Ю. А. Рыбы пресных вод Азербайджана. Изд-во АН Азерб. ССР, 1962. 2. Жуков И. П. Рыбы Белоруссии. Изд-во «Наука и техника», 1965. Институт зоологии

З. М. Гулиев

Поступило 7. IV 1980

ХЭЗЭР ДЭНИЗИНИН АГРАХАН ВЭ КИЧИК ГЫЗЫЛАГАЧ КӨРФЭЗЛЭРИНДЭ ЈАШАЈАН ЛИЛ БАЛЫҒЫНЫН Tinca tinca (L.) МОРФОЛОЖИ ХАРАКТЕРИСТИКАСЫ

Мәгаләдә 1971—1974-чү илләрдә Кичик Гызылагач көрфәзиндән (50 әдәд), 1973-чү илдә исә Аграхан көрфәзиндән (25 әдәд) топланмыш 75 әдәд лил балыгынын тәдқиғиә асасан онун морфоложи әләмәтләринини тәсвири верилр. Әлчүлән вә сајылан әләмәтләрини мугајисәси көстәрир ки, Кичик Гызылагач көрфәзиндә јашајан лил балығларыннан фәргли олараг, Аграхан көрфәзиндә јашајан лил балығларыннан јан хәтдә јерләшән пулчугларын сајы бир гәдәр чох, башын вә рострумун узунлуғу бир гәдәр бөјүк, антедорсал вә постдорсал мәсафәләр исә кичикдир. Галан әләмәтләр үзрә фәрг, демәк олар ки, јохдур.

Z. M. Kuliev

MORPHOLOGICAL FEATURES OF TENCH TINCA TINCA (L.) FROM AGRAKHAN AND MALY KIZILAGACH BAYS OF THE CASPIAN SEA

The morphological description of Agrakhan and Kizilagach populations of tench is given on the basis of studying 75 individuals of Tinca tinca from Agrakhan bay (25 individuals, 1973) and Maly Kizilagach bay (50 individuals, 1971, 1974).

The differences between Agrakhan and Kizilagach populations of tench by their morphological features are not considerable. Tinca tinca of Agrakhan population has more scales on the lateral line, its snout and head are longer, the diameter of eyes, the distance from end of snout to the insertion of the dorsal fin and posterdorsal distance are less.

Х. М. АЛИЕВ

МАТЕРИАЛЫ О БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ НЕКОТОРЫХ СОРНЯКОВ, ВСТРЕЧАЮЩИХСЯ В ПОСЕВАХ НУТА ЮЖНОЙ МУГАНИ

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

Изучение закономерностей развития сорных растений [1—2] и их биологии помогает разработать меры борьбы с ними. При уточнении мероприятий по борьбе с сорными растениями нута в Южной Мугани следует принять во внимание особенности развития поздних яровых сорняков из рода *Amaranthus*, *Avena*, *Solanum*, *Chenopodium* и др. Здесь большое значение имеет явление сезонности в развитии некоторых видов. В условиях южной Мугани поздние яровые сорные виды, особенно из указанных родов, являются злостными засорителями нута.

В Азербайджане [4] выявлено 7 видов ширицы (*Amaranthus*), из которых 5 широко распространены в южной Мугани (*A. albus*, *A. retroflexus*, *A. blitum*, *A. graecizans*, *A. lividus*).

В частности, ширица запрокинутая (*A. retroflexus*) проявляет себя как особенно злостный сорняк нута, развываясь в массовом количестве на полях, так как обладает большой плодовитостью (до 500 000 и более семян на одном растении) и нередко угнетает и даже заглушает посевы нута. Такой же способностью обладает ш. белая (*A. albus*). Она весьма засухоустойчива и более сильно, чем другие виды этого рода, засоряет неорушаемые поля овощных и других пропашных культур.

Ш. жминда (*A. blitum*), Ш. маскированная (*A. graecizans*) и ш. синеватая (*A. lividus*) также являются достаточно распространенными сорняками нуттовых полей. Кроме полевых, эти однолетние виды ширицы засоряют овощные культуры, озимую пшеницу как в низменных, так и в предгорных районах южной Мугани, причем в степной полосе указанные виды ширицы довольно часто встречаются на полях, вдоль дорог, на брошенных местах, площадках, покрывая нередко сплошным ковром целые участки.

Указанные сорняки получают особенно большое развитие в хорошо удобренных, рыхлых и в более или менее влажных почвах. Семена ширицы и других сорняков, благодаря прочной оболочке, обладают долгосохранной жизнеспособностью. Массовые всходы обычно наблюдаются в мае—июне, когда почва достаточно прогрета. В дальнейшем появление всходов продолжается до окончания вегетационного периода (октябрь—ноябрь). Осадки и культивация стимулируют прорастание новых партий семян. У всех пяти упомянутых видов ширицы по времени появления всходов можно выделить следующие формы: весеннюю, осеннюю и летнюю.

Весенняя форма. С появлением в марте теплых весенних дней

очень быстро появляются их всходы, а в последующие месяцы (март—апрель) происходит интенсивный рост и развитие чрезвычайно мощных вегетативных органов. Весенняя форма всех пяти видов ширицы имеет длительный период развития — 4,5—5,5 месяца. Цветение начинается примерно через 1,5 месяца после появления всходов, а рост и развитие продолжают до осени. Естественное отмирание растений наблюдается в октябре.

Летняя форма. Из всходов появляется в июне—июле—августе. Но растение развивается слабее и имеет заметно меньшие размеры по сравнению с контролем. Продолжительность роста вегетативных частей до наступления цветения находится в прямой зависимости от времени появления всходов: чем раньше появляются всходы, тем длительнее развитие вегетативной сферы и крупнее растение к моменту цветения, и, наоборот, чем позже появляются всходы, тем короче срок развития вегетативных частей и мельче размеры плодоносящих растений.

Семенная продуктивность у летних форм ниже, чем у весенних. Мощно развитые особи весенних форм, раньше вступая в фазу плодоношения, успевают за 2—3 месяца закончить жизненный цикл и внести в почву большее количество созревших семян.

В отличие от весенних форм, летние появляются в условиях меньшей влажности почвы и воздуха. В этих условиях у растений начинается депрессия в развитии вегетативных частей, а в генеративных, наоборот, формирование генеративных органов идет ускоренными темпами.

Осенняя форма. В сентябре—ноябре, когда отмирают весенние и летние формы, появляется новая волна всходов ширицы. В ноябре в связи с похолоданием всходы не появляются, их рост постепенно угасает, высота отдельных видов сорняков достигает 4—6 см. Ярко выражены карликовые формы. Главным отличием осенних форм от весенних и летних является чрезвычайно сокращенный жизненный цикл. При этом бутонизация и цветение начинаются настолько быстро после появления всходов, что установить период вегетативного развития растений до начала цветения иногда весьма трудно. Создается впечатление, что всходы появляются уже сформировавшимися соцветиями. Формирование и созревание семян протекает ускоренными темпами. Генеративная фаза развития растений явно преобладает над вегетативной.

Сорняки в это время не наносят вреда посевным культурам, но своими семенами засоряют почву.

Количество семян, приходящихся на одну особь осенней формы, намного меньше летней и весенней форм. Их насчитывается несколько сотен, что достаточно для обеспечения потомства.

Взрослые особи сорняков в благоприятных условиях произрастания поражают своими размерами, достигающими до гигантизма: отдельные виды ширицы достигают 1,5 м высоты и сильно ветвятся, причем длина ветвей первого порядка достигает 60 см, а диаметр главного стебля у корневой шейки — 2—2—5 см. Листья кожистые, темно-зеленые, на длинных черешках, яйцевидные или яйцевидно-ромбические, тупые или на верхушке с небольшой выемкой и короткими шипиками в выемке, сверху голые, снизу бледные. Размер листовых пластинок соответствует мощности растений; длины их в среднем составляет 10—21 см, ширина — 5—6 см. Многочисленные ответвления заканчиваются метельчатыми соцветиями со многими тысячами цветков. Семена около 1 мм в диаметре, коричневатые-черные, блестящие, с острыми краями. Цветут в мае—июне; плодоносят в июле, августе (сентябре).

Морфология сорняков по сезонам года

Название видов	Высота главн. стебля, см		Длина ветвей 1-го порядка, см		Обилие на ед. площади					
	Сезонные формы									
	весен.	летн.	осен.	весен.	летн.	осен.	весен.	летн.	осен.	
<i>Amaranthus retroflexus</i>	60	30	6	55	30	5	3	2	1	
• <i>albus</i>	30	20	5	25	20	4	2	2	1	
• <i>blitum</i>	45	30	6	30	20	5	2	1	—	
• <i>graecizans</i>	35	30	5	30	25	4	2	1	—	
• <i>lividus</i>	35	20	5	30	25	4	2	1	1	

Хорошо развитые экземпляры ширицы характеризуются мощными вегетативными органами. Высота главного стебля достигает 55 см, длина нижних боковых ветвей, густо ветвящихся, — 20 см. Семенная производительность, естественно, велика и составляет в среднем до 650 000 семян на растение.

Установлено [3], что чем менее благоприятны условия, тем более сокращается продолжительность фаз, тем раньше начинается плодоношение. Низкая влажность воздуха, почвы и увеличение амплитуды являются неблагоприятными условиями для вегетативного развития осенних форм сорняков.

Далее отмечается [3], что весенняя, летняя и осенняя формы сорняков связаны с рядом переходов (промежуточных форм). Ускоренное развитие летних и осенних форм служит приспособлением для выживания вида в условиях регулярного ухода за полем. Сорняки, всходы которых появляются после культивации или прополки, успевают обсемениться до очередной культивации.

Особенности сезонных форм ширицы повторяются в миниатюре в развитии особи, независимо от времени ее появления. Сезонные изменения, сорняков не только внешне, но и внутреннее, по ходу физиологических процессов в растительном организме, аналогичны ярусной неотении. В биологических особенностях неотенических, сезонных и кормовых форм растений имеется много общего, тем более, что все эти формы развиваются в условиях, удаленных от оптимума для данного рода.

Суммируя изложенное, можно заключить, что в ширицы, обладающей высокой пластичностью, развиваются на полях южной Мугани весенние, летние и осенние формы, отличающиеся по биоморфологическим особенностям (сезонный полиморфизм); развитие сезонных форм ширицы определяется условиями среды (влажность почвы и воздуха, температура почвы и воздуха и др.). Ускорение развития летних и осенних форм обеспечивает выживание вида в условиях регулярного ухода за полем; сорняки успевают обсемениться в промежутках между обработками.

Для того чтобы не допустить обсеменения летних и осенних форм сорняков, необходимо обработку почвы продолжать интенсивно до второй половины лета и осенью или применять химические меры борьбы.

Изучение сезонных, кормовых и неотектонических форм растений имеет большое теоретическое и практическое значение и ведет к познанию закономерностей преобразования растений под влиянием среды.

Литература

1. Бобров Е. Г. Сорно-полевая растительность. АН СССР, Тр. ком. по ирриг., вып. 2, 1933.
2. Василенко И. Т. Неотения у цветковых растений. Тр. БИН АН СССР, серия 1, 1948.
3. Мпрошинченко Е. А. «Бот. ж.», т. 46, № 1, 1961.
4. Флора Азербайджана, т. III. Изд-во АН Азерб. ССР, 1952.

Институт ботаники

Поступило 24. VI 1980

Х. М. Әлијев

ЧӘНУБИ МУҒАНДА НОХУД ӘКИНЛӘРИНДӘ ЈАЈЫЛМЫШ АЛАГ БИТКИЛӘРИНИН БИОЛОЖИ ХҮСУСИЈӘТЛӘРИНӘ АИД МАТЕРИАЛЛАР

Мәгаләдә пәнчәр алағынын (*Amaranthus*) 5 нөвүнүн (*A. albus*, *A. retroflorus*, *A. blitum*, *A. gracizans*, *A. lividus*). Чәнуби Муғанын нохуд әкинләриндә кениш јајылмасы бу биткиләрин фәсилләр (јаз, јај, пәйыз) үзрә чүчәрмәси, инкишаф етмәси, бунунла әлагәдар олараг биоекологичи хусусијәтләринә вә онларла мүбаризә тәдбирләринә аид бәзи материаллардан бәһс едилр.

H. M. Aliev

THE WEEDS OF CHICK PEA CROPS OF THE SOUTH MUGAN AND THEIR BIOLOGICAL PECULIARITIES

Tassel flowers as a malicious weed are represented in the republic by 5 species (*Amaranthus albus*, *A. retroflexus*, *A. blitum*, *A. gracizans*, *A. lividus*). The indicated species are widely represented in chick pea crops: hence in the article the periods of growth of these species in chick pea crops are given, the bioecological peculiarities and some agrotechnical means of fighting with them are indicated.

УДК 581.1.032

БИТКИЛӘРИН ФИЗИОЛОКИЈАСЫ

Ә. М. МӘММӘДОВ

МҮХТӘЛИФ ТОРПАГ НӘМЛИЈИНИН ВӘ ФОСФОРУН СОЈАДА СУ РЕЖИМИНИН БӘ'ЗИ КӨСТӘРИЧИЛӘРИНӘ ВӘ МӘҺСУЛДАРЛЫҒЫНА ТӘ'СИРИ

(Азәрбајчан ССР ЕА академики М. А. Әлизадә тәғдим етмишидир)

Өлкәмиздә һејвандарлығын инкишаф етдирилмәсиндә мөһкәм јем базасы јарадылмасына чох бөјүк тәләбат вар. Буна вә јем отларынын мәһсулдарлығынын артырылмасына наил олмаг үчүн торпагда биткиләрә лазым олан гита маддәләринин вә кифәјәт гәдәр рүтубәтин топланмасына чалышмаг лазымдыр.

Абшеронда јемчилијин зәиф инкишаф етдирилмәсини нәзәрә алараг, мүхтәлиф торпаг нәмлији шәраитиндә фосфоруң мүхтәлиф дозаларынын чох гижәтли битки олан сојада су режиминин бә'зи көстәричиләринә вә мәһсулдарлығына тә'сирини өјрәнмәји гаршымыза мәгсәд гојдуг.

Тәчрүбә 1980-чы илдә Азәрб. ССР ЕА Нәбатат Институтунда векетасија «ев»индә 4 тәкрардан ибарәт гојулмушдур. Тәдгигат объекти олараг соја биткисинин «Бијсон» сортунун тохумларындан истифадә едилмишдир. Бу биткинин тохумунун лабораторија шәраитиндә чүчәрмә габилитјәти өјрәнилмиш вә бу көстәричи 90 % олмушдур. һәр ики нәмликдә ашағыдакы вариантлар үзрә тәчрүбә дүзәлдилмишдир: 1. Контрол; 2. P₁₀₀; 3. P₂₀₀; 4. P₃₀₀. Фосфор күбрәси һәр кә торпаға 100, 200, 300 мг һесабилә NaH₂PO₄ дузу шәклиндә верилмишдир. Тохумлар 12 кә торпаг тутан векетасија габларында әкилмиш вә чүчәрмәдән сонра һәр габда 4 битки сахланмышдыр.

Сојада су режиминин бә'зи көстәричиләри вә мәһсулдарлығы көвдәләмә, чичәкләмә вә пахла әмәләкәлмә фазасында өјрәнилмишдир. Сојанын јарпагларында үмуми сујун мигдарыны гурудучу шкафда 105°C-дә гурутмагла, транспирасија просесинин интенсивлији Л. А. Иванов вә б. [1] чәлд чәки үсулу илә өјрәнилмишдир. Соја биткисиндә үмуми сујун мигдары вә транспирасија просесинин интенсивлији динамика үзрә сәһәр саат 9-дан ахшам саат 17-јә кими, 3 саатдан бир тәдгиг едилмишдир.

Суварманын вә минерал гидаланманын биткиләрин маддәләр мүбадиләсинә, бој, инкишаф вә мәһсулдарлығына тә'сирини бир сыра тәдгигатчылар [2—6] тәрәфиндән өјрәнилмишдир.

Бир чох мүәллифләр исә торпагда рүтубәтин вә гита маддәләринин дәјишилмәсини биткиләрдә кедән транспирасија просесинин вә онларын мүхтәлиф органларында топланан сујун дәјишилмәсилә әлагәдар олдуғуну көстәрмишләр [7—9., 11—13]. Алимләр [9—12., 14—15] апардыглары елми-тәдгигат ишләриндә сүбут етмишләр ки, торпагда рүтубәтин азалмасы биткиләрин мәһсулдарлығыны хејли азалдыр. Демәли, мүхтәлиф нәмлик вә минерал гидаланма шәраитиндә соја биткисиндә су

режиминин вә мәһсулдарлығынын өҗрәнилмәси тәчрүби әһәмийәтә ма-
ликдир. Сојанын су режиминә даир алдығымыз рәгәмләр 1-чи вә 2-чи
чәдвәлдә верилмишдир.

1-чи чәдвәл

Мүхтәлиф торпаг нәмлијинин вә фосфорун сојада
үмуми сујун топланмасына тәсирин
(јаш чәкијә көрә, %-лә)

Вариантлар		Көвдәләмә фазасы		
		јарпаг	көвдә	көк
50	Контр.	81,48	79,76	81,09
	P ₁₀₀	81,97	80,08	81,83
	P ₂₀₀	82,89	81,43	82,53
	P ₃₀₀	81,76	80,58	81,76
60	Контр.	82,95	80,01	82,12
	P ₁₀₀	83,88	80,47	82,93
	P ₂₀₀	85,03	82,49	84,19
	P ₃₀₀	84,17	81,33	83,00
Чичәкләмә фазасы				
50	Контр.	78,18	77,00	77,99
	P ₁₀₀	78,64	77,71	78,04
	P ₂₀₀	79,95	78,43	79,14
	P ₃₀₀	78,63	77,82	78,47
60	Контр.	80,05	77,89	79,17
	P ₁₀₀	81,46	78,20	80,75
	P ₂₀₀	82,81	79,46	81,43
	P ₃₀₀	81,58	79,04	80,86
Пахла фазасы				
50	Контр.	77,45	75,43	76,17
	P ₁₀₀	78,24	76,50	77,59
	P ₂₀₀	78,86	77,18	78,08
	P ₃₀₀	78,07	76,83	77,73
60	Контр.	78,44	76,48	77,19
	P ₁₀₀	79,21	77,35	78,53
	P ₂₀₀	80,46	78,72	79,09
	P ₃₀₀	79,45	77,63	78,17

Нәмлик, фазалә

1-чи чәдвәлнин рәгәмләриндән ајдын олду ки, соја биткисинин мүх-
тәлиф органларында үмуми сујун топланмасына мүхтәлиф торпаг нәм-
лијин вә күбрә әһәмийәтли тәсир кәстәрмишдир. Белә ки, көвдәләмә
фазасында јарпагда 50 фазли торпаг нәмлијинин контрол вариантында
үмуми сујун мигдары 81,48% олдуғу һалда, бу кәстәрчин 60 фазли
торпаг нәмлијинин контрол вариантында 82,95% олмушдур. Бу фикри
һәмин фазда көк вә көвдә үчүн дә гејд етмәк олар. Аналожи вәзијәт
күбрәли вариантларда да мүшаһидә едилди.
Үмумијјәтлә, үмуми сујун ән чоһ мигдарда јарпагда, сонра көкдә
вә нәһајәт көвдәдә топланмасы ашкар едилди.

50 вә 60 фазли торпаг нәмлијиндә P₂₀₀ варианты сујун хејли артығ
мигдарда топланмасына сәбәб олмуш, галаи вариантлары бу сәһәдә
кери гојмушдур. Белә бир гаунаујғунлуғ көвдә вә көкдә дә ашкар
едилди. Гејд етмәк лазым кәлир ки, охшар вәзијәт сојанын чичәкләмә
вә пахла әмәләкәлмә фазасында да мүшаһидә едилди. Векетасијанын

2-чи чәдвәл

Мүхтәлиф нәмлијин вә фосфорун сојанын трансирасија интенсивлијинә
тәсирин (1 саатда 1 г јаш чәкијә көрә, мг-ла, 3 тәкрардан орта рәгәм).

Вариантлар		Көвдәләмә фазасы					Күн әрзиндә орта рәгәм
		тәјинат вахтлары					
		9	11	13	15	17	
50	Контр.	317	375	408	360	307	353
	P ₁₀₀	309	364	398	348	294	342
	P ₂₀₀	285	347	420	336	309	339
	P ₃₀₀	314	352	400	370	323	351
60	Контр.	385	426	648	512	421	478
	P ₁₀₀	414	489	753	562	436	530
	P ₂₀₀	390	430	574	462	358	442
	P ₃₀₀	363	480	563	448	388	448
һав. нис. рүт.		69	54	55	54	65	59
һав. темпер.		22,5	25,0	26,0	25,0	22,5	24,2
Чичәкләмә фазасы							
50	Контр.	576	640	975	782	574	709
	P ₁₀₀	587	713	1149	861	608	783
	P ₂₀₀	564	609	890	648	539	650
	P ₃₀₀	573	687	1032	865	598	751
60	Контр.	617	788	1122	866	655	809
	P ₁₀₀	633	814	1235	973	756	882
	P ₂₀₀	625	757	1009	951	614	791
	P ₃₀₀	647	819	1217	948	700	866
һав. нис. рүт.		70	63	53	57	60	60
һав. темпер.		24,5	25,5	30,0	28,0	26,0	26,8
Пахла фазасы							
50	Контр.	423	485	560	418	402	457
	P ₁₀₀	463	469	654	497	423	501
	P ₂₀₀	419	470	548	408	380	445
	P ₃₀₀	436	518	630	523	447	510
60	Контр.	486	516	647	522	475	529
	P ₁₀₀	501	618	734	651	518	604
	P ₂₀₀	427	508	585	500	453	494
	P ₃₀₀	514	627	749	633	509	606
һав. нис. рүт.		73	53	54	51	57	57
һав. темпер.		30,5	33,5	34,0	36,0	34,0	33,6

Нәмлик, фазалә

ахырына доғру метеороложин амилләрин шиддәтләnmәси илә әлагәдар
олараг, јарпаг, көвдә вә көкдә сујун мигдары тәдричлә азалмаға баш-
лајыр.

Инди дә транспирасијаја анд алдығымыз рәгәмләрнин тәһлилинә ке-
чәк. Бу мәсәләни әкс етдирән 2-чи чәдвәлнин рәгәмләриндән ајдын олду

ки, 50 фаизли торпаг нәмлижиндә бечәрилән соја биткисиндә 60 фаизли нәмликдә јетишдирилән соја биткисинә нисбәтән транспирасија просеси зәиф кәтмишдир. Гејд етмәк лазымдыр ки, көвдәләмә фазасында 50 фаизли торпаг нәмлижинин контрол вариантында күбрәли вариантлара нисбәтән транспирасија просеси интенсив олмушдур. Чәдвәлдәки рәгәмләрдән ајдын олду ки, 50 фаизли нәмликдә P₂₀₀ варианты судан гәнаәтлә истифада едир. Белә бир охшар вәзијјәт 60 фаизли торпаг нәмлижиндә дә мүшәһидә едилди. Бу фикри күн әрзиндә бухарланан сујун мигдары да тәсдиг етди.

3-чү чәдвәл

Мүхтәлиф торпаг нәмлижинин вә фосфорун сојанын мәһсулдарлығына тәсири (јаш чәкијә көрә)

Вариантлар		Көвдәләмә фазасы										
		Јарпаг			көвдә		көк		пахла		тохум	
		сајы, әдәдлә	чәкиси, г-ла	саһәси, с.м ² -лә	чәкиси, г-ла	чәкиси, г-ла	нәчми, с.м ² -лә	сајы, әдәдлә	чәкиси, г-ла	сајы, әдәдлә	чәкиси, г-ла	
50	Контр.	18	12,0	60,8	5,2	10,6	17,0					
	P ₁₀₀	20	12,5	62,7	5,6	12,2	19,2					
	P ₂₀₀	23	13,5	68,3	6,3	14,3	22,3					
	P ₃₀₀	19	12,4	61,2	5,4	13,1	20,2					
60	Контр.	20	14,0	66,0	5,5	11,6	19,8					
	P ₁₀₀	24	16,0	72,1	5,8	13,4	21,6					
	P ₂₀₀	27	17,0	80,6	6,6	16,5	24,7					
	P ₃₀₀	23	16,0	75,8	6,0	13,8	22,9					
		Чичәкләмә фазасы										
50	Контр.	23	14,6	72,4	6,9	11,6	25,8					
	P ₁₀₀	26	16,4	78,9	8,7	13,9	28,4					
	P ₂₀₀	30	18,7	83,7	10,5	15,8	34,6					
	P ₃₀₀	28	17,0	81,3	9,3	14,2	30,5					
60	Контр.	30	17,3	82,9	8,2	12,9	30,3					
	P ₁₀₀	35	20,3	86,4	9,6	14,6	35,7					
	P ₂₀₀	40	24,8	90,5	13,9	18,5	42,8					
	P ₃₀₀	36	21,0	88,8	10,7	15,7	38,4					
		Пахла фазасы										
50	Контр.	20	12,5	52,4	7,5	12,3	27,5	10	13,5	36,0	4,2	
	P ₁₀₀	23	14,0	56,3	9,0	14,6	30,2	12	14,7	38,6	5,4	
	P ₂₀₀	26	16,3	60,2	10,9	16,3	36,0	12	16,2	20,5	6,7	
	P ₃₀₀	24	15,0	55,8	9,8	14,8	32,5	13	15,8	39,0	6,1	
60	Контр.	25	15,4	63,5	8,8	13,7	32,4	11	14,0	37,3	4,8	
	P ₁₀₀	30	16,8	66,4	10,4	15,2	37,8	14	15,6	40,2	6,3	
	P ₂₀₀	35	18,5	71,7	14,3	19,0	46,3	16	17,6	42,7	7,7	
	P ₃₀₀	30	16,1	68,3	12,4	16,8	41,3	15	16,7	41,8	6,9	

Марағлы бурасыдыр ки, белә бир һала чичәкләмә вә пахла әмәләкәлмә фазасында да тәсадүф едилди. Демәли, тәтбиг едилмиш фосфорун оптимал дозасы (P₂₀₀) судан гәнаәтлә истифада едилмәсинә имкан јарадыр. Белә бир мүсбәт һала һәр ики торпаг нәмлижиндә тәсадүф етдик. Көстәрмәк лазымдыр ки, 60 фаизли торпаг нәмлижинин һәм контрол вә һәм дә күбрәли вариантлары 50 фаизли торпаг нәмлижинин әкәсәријјәт вариантларына нисбәтән даһа чох су итирмишләр.

Көвдәләмә фазасында транспирасија аид гејд етдијимиз мүлаһи-зәләри сојанын чичәкләмә вә пахла әмәләкәлмә фазасына да аид етмәк олар. Бу көстәричјә аид алдығымыз рәгәмләрдән бир даһа ајдын олду ки, чичәкләмә фазасында һәр ики торпаг нәмлижинин бүтүн вариантларында транспирасија просеси көвдәләмә вә пахла фазасына нисбәтән чох интенсив кәтмишдир. 50 вә 60 фаизли торпаг нәмлижинин һамысында пахла әмәләкәлмә фазасында соја биткиси көвдәләмә вә чичәкләмә фазасына нисбәтән зәиф су ихрач етмишдир.

Торпаг нәмлижинин вә минерал гидаланманын сојанын мәһсулдарлығына көстәрдији тәсири әкс етирдән рәгәмләр 3-чү чәдвәлдә верилмишдир. Чәдвәлдәки рәгәмләрдән ајдын олду ки, фосфорун мүхтәлиф дозаларда соја биткисинә верилмәси бу биткинин јарпағларынын сајында, көвдә вә көкүн чәкисиндә, пахла вә пахладакы тохумун сај вә чәкисиндә чох әһәмијјәтли фәргләр әмәлә кәтирмишдир. Белә ки, көвдәләмә фазасында 50 фаизли торпаг нәмлижинин контрол вариантында 18 әдәд јарпаг олдуғу һалда, P₂₀₀ вариантында бу рәгәм 23 олмушдур.

60 фаизли торпаг нәмлижиндә бечәрилән соја биткисиндә 50 фаизли нәмликдә јетишдирилән соја биткисинә нисбәтән јарпағын сајы, чәкиси, саһәси, көвдә вә көкүн чәкиси хејли артмышдыр. Шүбһәсиз ки, бу да јүксәк нәмлијин мүсбәт тәсирилә әлагәдардыр.

Чичәкләмә фазасында 50 фаизли торпаг нәмлижинин бүтүн вариантларында јарпағын сајы, јаш чәкиси, ассимијасија саһәси, көвдәнин вә көкүн јаш чәкиси хејли артмышдыр. Аналожки һала 60 фаизли торпаг нәмлижинин бүтүн вариантларында тәсадүф едилди. Гејд едилмәлидир ки, һәр ики торпаг нәмлижиндә P₂₀₀ варианты еффеќтли тәсиригә көрә галан вариантлардан хејли фәргләнди. Чәдвәлдәки рәгәмләрдән көрүндүјү кимй, пахла фазасында јарпағын сајы, саһәси вә чәкиси әввәлки фазалара нисбәтән азалмышдыр. Бу да векетасијанын ахырында јарпагда сујун мигдарынын азалмасы вә биткинин һәјат фәалијјәтинин зәифләмәсилә әлагәдардыр.

Алдығымыз рәгәмләрин тәһлили сүбүт едир ки, мүхтәлиф торпаг нәмлији вә минерал гидаланма сојанын мәһсулдарлығына мүсбәт тәсир көстәрир. Белә ки, пахла фазасында 50 фаизли торпаг нәмлижинин контрол вариантында пахланын сајы 10 әдәд олдуғу һалда, һәмин нәмликдә P₂₀₀ вариантында бу кәмијјәт 14 олмушдур. Бу кәфијјәт тохумлама фазасында да мүшәһидә едилди. Гејд едилән фазада 50 фаизли торпаг нәмлижинин контрол вариантында тохумун сајы 36 олдуғу һалда, бу көстәричјә P₂₀₀ вариантында 40,5 әдәд олмушдур. Гејд едилән кәмијјәт көстәричиләринин әһәмијјәтли дәрәчәдә артмасы 60 фаизли торпаг нәмлижиндә даһа ашкар мүшәһидә едилди. Демәли, јүксәк нәмлик һәинки пахланын сајына, һәтта пахладакы тохумун сајына вә чәкисинә дә фәјдалы тәсир көстәрир. Апардығымыз тәдгигат ишиндә соја биткисинин јарпағынын сајына, саһәсинә, көкүн, көвдәнин, пахла вә пахладакы тохумун сајына вә јаш чәкисинә 50 вә 60 фаизли торпаг нәмлижиндә P₂₀₀ вариантынын фәјдалы тәсири ашкар едилди.

Апардығымыз тәдгигат ишинә аид ашағыдакы нәтичәләри гејд етмәк олар:

50 вә 60 фаизли торпаг нәмлижинин бүтүн вариантларында јарпагда көвдә вә көкдә сујун ән чох топланмасына P₂₀₀ варианты даһа әһәмијјәтли тәсир көстәрмишдир. Сојанын мүхтәлиф органларында сујун ән чох топланмасына көвдәләмә фазасында тәсадүф едилди. Векетасија әрзиндә үмуми сујун ән чох топланмасына јарпагда, сонра көкдә вә нәһәјәт көвдәдә раст кәлинди.

Көвдәләмә вә пахла фазасына ишбәтәи чичәкләмә фазасында транс-пираија просеси даһа интензивли олур. Һәр ики торпаг нәмлијиндә Р₂₀₀ вариантында судан гәнаәтлә истифадә едилмәси мүәјјәнләшдирилди.

50 вә 60 фазли торпаг нәмлијиндә сојанын јарпағынын, көвдәсинин, көкүнүн, пахла вә тохумун сајына вә јаш чәкисинә минерал гидаланманын фәјдалы тәсири тәсдиг едилди.

Әдәбијат

1. Л. А. Иванов и др. «Бот. журн.», вып. 35, № 2, 1950. 2. Н. С. Петин. Физиология орошаемой пшеницы. М., Изд-во АН СССР, 1958. 3. Б. З. Гусейнов и др. «Изв. АН Аз. ССР, сер. биол. наук», № 4, 1965. 4. П. В. Юрин. Структура агрофитоценоза и урожай. Изд-во МГУ, 1979. 5. Н. А. Гусев. Физиология водообмена растений. Изд-во Казан. Ун-та, 1966. 6. Г. Ф. Раскин. Экономика орошаемого земледелия. Изд-во «Колос», 1967. 7. А. М. Мамедов. «Изв. АН Аз. ССР, сер. биол. наук», № 5, 1978 г. 8. М. Н. Багров и др. Особенности орошения зерновых колосевых культур. М. Изд-во «Наука», 1974. 9. Н. М. Якушкина. Физиология растений. М. Изд-во «Просвещение», 1980. 10. М. Р. Рустамбеков и др. «Изв. АН Аз. ССР», «сер. биол. наук», № 6, 1964. 11. Н. Р. Андющенко и др. «Соя—источник белка. Корма. № 2, Изд-во «Колос», 1979. 12. Л. Д. Петров и др. В сб.: «Водный режим растений и их продуктивность». М., Изд-во «Наука», 1966. 13. И. И. Месяц. Сельское хозяйство за рубежом. М., Изд-во «Колос», № 5, 1978. 14. А. М. Гаврилов. Введение в агрономию. М., «Колос», 1980. 15. В. В. Андреев и др. Производство кормового растительного белка. М., Изд-во Россельхозиздат, 1979.

Кенетика вә Селекција
Институту

Алымшидыр 2. II 1981.

А. М. Мамедов

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ И ФОСФОРА НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНОГО РЕЖИМА И ПРОДУКТИВНОСТИ СОИ

Вегетационные опыты показали, что наибольшее количество общей воды находится в листьях сои, а наименьшее — в ее корнях и стебле. Во всех вариантах опыта при 50 и 60% влажности почвы наиболее высокое содержание воды в различных органах сои наблюдается при внесении 200 мг фосфора на 1 кг почвы. Кроме того, установлено, что 60%-ная влажность почвы и фосфорные удобрения (Р₂₀₀), внесенные в почву, положительно влияют на увеличение площади листьев, на общую массу листьев, стеблей и корней, а также на образование бобов и семян.

А. М. Mamedov

THE EFFECT OF DIFFERENT SOIL MOISTURES AND PHOSPHORUS ON SOME INDICATORS OF WATER REGIME AND SOY BEAN EFFICIENCY

The vegetal experiments showed the presence of great amount of water in the leaves, and the least—in the root and stem. The highest content of the water in different parts of soy bean is observed in the case of applying 200 mg of P per 1 kg of soil in all variants of the experiment. Besides, it is fixed that the 60% of soil moisture and phosphorous fertilization applied to soil effects positively on the expansion of the leaves areas, on the total mass of leaves, roots and stems. It also effects on bean and seed formation.

Чл.-корр. С. А. АЛИЕВ, Ф. Г. АББАСОВ

НИТРИФИКАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ СЕРО-БУРЫХ ПОЧВ АПШЕРОНА

Известно, что основная масса азота входит в состав сложных и низкомолекулярных органических соединений и минеральные соединения азота составляют небольшую его часть. Поэтому представляет интерес изучение способности почвы обеспечивать растения усвояемым азотом в зависимости от направления биохимических процессов, связанных с трансформацией органического азота. С этой точки зрения процессы нитрификации играют важную роль в сельскохозяйственной практике, так как процесс нитрификации является заключительным этапом в цепи превращения органического азота в доступные растениям формы.

Энергия процесса нитрификации в почве тесно связана с ее биологическими свойствами, азотным режимом и может в значительной мере служить показателем плодородия почв [3, 4, 8, 9 и др.].

Нитрификация является своего рода показателем культурного состояния почвы, в которой при высокой энергии нитрификационных процессов имеются хорошие условия для жизнедеятельности как микроорганизмов, так и высших растений [10].

Изучению нитрификационной способности почв при окультуривании посвящены многочисленные работы [1, 2, 3, 5, 6, 7 и др.].

Результаты этих исследований свидетельствуют о том, что величина нитрификационной способности почв зависит не только от свойств почвы (содержание гумуса, общего азота, реакции среды и др.), но и от гидротермических условий, биологической особенности возделываемых культур, внесенных удобрений и пр.

Наши 3-летние исследования (1975—1977 гг.) по сезонной динамике серо-бурых почв Апшерона показали, что нитрификационная активность этих почв закономерно изменяется по сезонам года под различными сельскохозяйственными культурами овощекормового севооборота, а также в зависимости от биологической особенности возделываемых культур, гидротермического режима и агротехнических приемов (таблица).

В весенний период при повышенной температуре (20,5—25,6°C) и умеренном увлажнении (14,2—23,1%) создаются благоприятные условия для развития сельскохозяйственных культур и увеличения интенсивности микробиологических процессов, способствующих повышению нитрификационной активности почв.

Результаты исследований показывают, что в весенний период изученные варианты по нитрификационной активности почв изменяются в зависимости от биологической особенности возделываемых культур в севообороте. Самая высокая нитрификационная активность почв наблюдается в варианте второго года пользования (в слое 0—5 см слое 135,0 мг N/NO₃ на 1 кг абс. сухой почвы). А в вариантах люцерна + пше-

Сезонные изменения нитрификационной способности серо-бурых почв Апшерона при севообороте (в среднем за 1975—1977 гг. (мг N/NO₃ на 1 кг абс. сухой почвы)

Вариант опыта	Глубина, см	Весна	Лето	Осень	Зима
Люцерна+пшеница	0—5	125,9	139,1	116,9	86,6
	5—20	99,8	123,4	107,7	56,9
	20—40	38,5	44,7	34,1	17,9
Люцерна второго года пользования	0—5	135,0	152,2	126,3	93,3
	5—20	105,5	139,1	106,4	79,9
	20—40	53,0	58,5	39,0	21,4
Люцерна третьего года пользования	0—5	119,7	134,7	115,7	79,9
	5—20	107,2	109,7	106,2	60,4
	20—40	48,3	45,1	35,9	24,8
Томаты	0—5	91,2	102,6	89,8	56,5
	5—20	76,7	97,9	84,3	48,7
	20—40	14,7	16,0	30,0	18,9
Кукуруза на зерно	0—5	117,9	129,0	97,8	73,4
	5—20	100,7	112,3	87,6	58,9
	20—40	31,5	31,3	21,3	17,3
Озимая капуста+ кукуруза на силос	0—5	101,6	136,8	118,5	77,4
	5—20	81,1	116,5	99,2	66,1
	20—40	22,3	33,4	35,7	21,2
Монокультура томатов (контроль)	0—5	91,4	79,4	76,9	47,9
	5—20	66,9	59,4	59,4	35,4
	20—40	13,8	12,1	17,6	14,7

ница, (люцерна третьего года пользования под кукурузой) нитрификационная активность почв несколько снижается и составляет 117,9—119,7 мг N/NO₃.

Значительное снижение нитрификационной активности почв наблюдается в варианте с томатом и в варианте озимая капуста+кукуруза на силос. Она составляет 101,6 мг N/NO₃. Следует отметить, что самая низкая нитрификационная активность обнаруживается в контрольном варианте с монокulturой (91,4 мг N/NO₃).

Надо отметить, что во всех вариантах в нижних слоях почв нитрификационная активность снижается; это особенно четко наблюдается в подпахотном слое, где уменьшение составляет 3—6 раз по сравнению с верхним слоем (0—5 см) почвы.

В летний период при высокой температуре (24,5—28,5°C) и при применении агротехнических приемов (орошение, культивация и др.) создается достаточная увлажненность почв (13,2—18,5%), которая способствует интенсивному протеканию биохимических процессов. Нитрификационная активность почв в этот период в изученных вариантах выше, чем в остальные сезоны года, однако в различных вариантах этот процесс протекает неодинаково. Самая высокая нитрификационная активность в этом сезоне обнаруживается в варианте люцерны второго года

пользования (152,2 мг N/NO₃). По сравнению с этим вариантом в вариантах люцерна+пшеница; озимая капуста+кукуруза на силос; люцерна на третьем году пользования и кукуруза на зерно нитрификационная способность почв несколько снижается и соответственно составляет 139,1; 136,8; 134,7; 129,0 мг N/NO₃, а под томатами — всего 102,6 мг N/NO₃ на 1 кг абс. сухой почвы. Самая низкая нитрификационная способность почв отмечена в контрольном варианте с монокulturой.

Осенью, несмотря на условия нормальной увлажненности (12,4—21,2%) и поступление в почву свежих растительных остатков вследствие снижения температуры (9,0—13,0°C) по сравнению с летом, замедляется интенсивность протекания биохимических процессов, которые способствуют уменьшению нитрификационной способности почвы. Надо отметить, что в зависимости от биологической особенности возделываемых сельскохозяйственных культур, в различных вариантах нитрификационная способность почв различна. Так, среди изучаемых вариантов в этом сезоне самая высокая нитрификационная способность почв обнаружена в варианте люцерны второго года пользования (126,3 мг N/NO₃), тогда как эти показатели в варианте озимая капуста+кукуруза на силос; люцерна+пшеница; люцерна третьего года пользования; кукуруза на зерно и с томатом сравнительно низкие и соответственно составляют 118,5; 116,9; 115,7; 97,8; 89,8 мг N/NO₃. Как видно из приведенных примеров, самая низкая нитрификационная способность почв наблюдается в варианте с томатом.

В этом сезоне нитрификационная способность почв в варианте озимая капуста+кукуруза на силос составляет 118,5 мг на 1 кг почвы, что сравнительно меньше варианта люцерны второго года пользования. Это, по-видимому, связано с обогащением почвы дополнительно свежими органическими материалами за счет промежуточных культур:

Следует отметить, что в контрольном варианте нитрификационная способность по сравнению с опытным вариантом самая низкая (76,9 мг N/NO₃).

Пониженные температуры (—1,5 до +5,8°C) и повышенная увлажненность зимой приводят к замедлению протекания микробиологических процессов. Это обуславливает снижение показателя нитрификационной способности почв до минимума. Более значительная нитрификационная способность почв, как и в предыдущие сезоны, обнаруживается в варианте люцерны второго года пользования (93,3 мг N/NO₃). Несколько ниже она в вариантах люцерна+пшеница — 86,6 мг N/NO₃ (примерно одинакова — 73,4—79,9 мг N/NO₃ на полях), озимая капуста+кукуруза на силос; люцерна третьего года пользования и кукуруза на зерно, но вновь уступает всем вариантам с томатами (56,5 мг N/NO₃).

Таким образом, в результате трехлетнего исследования нитрификационной активности почв в динамике выявлено, что нитрификационная активность почв закономерно изменяется по сезонам года в зависимости от гидротермического режима, биологической особенности возделываемых сельскохозяйственных культур в севообороте и применяемых агротехнических приемов.

Литература

1. Болотина Н. И., Абрамова Е. А. «Агрохимия», № 4, стр. 136—141, 1968.
2. Болотина Н. И. «Агрохимия», № 4, стр. 16—25, 1968. 3. Вадженин Е. А. «Агрохимия», № 3, стр. 35—42, 1968. 4. Корсакова М. П. Тр. Ин-та с.-х. микробиологии.

ВАСХНИЛ, т. 4, вып. 1, стр. 124—131, 1929. 5. Коробцев И. И., Пигарева И. И. «Агрохимия», № 2 стр. 70—75, 1978. 6. Кочергин А. Е., Орлова Л. М. «Агрохимия», № 4, стр. 11—17, 1970. 7. Кудеяров В. Н., Рынке И. Н. «Агрохимия», № 4, стр. 13—21, 1967. 8. Низова А. А. В сб. Микробиол. и биохимич. исследования почвы. Киев, «Урожай», стр. 86—91, 1971. 9. Никифорова Л. И. «Агрохимия», № 2, стр. 136—151, 1974. 10. Прянишников Д. Н. Избр. соч., т. 3, М., 1953, 634 с.

Институт почвоведения
и агрохимии

Поступило 13. VII 1980

С. Э. Алиев, Ф. Г. Аббасов

АБШЕРОНУН БОЗ-ГОНУР ТОРПАГЛАРЫНЫН НИТРАТЛАШМА ФЭАЛЛЫҒЫ

Мәғаләдә әкин дөвријәсиндә Абшеронун боз-гонур торпагларында нитратлашма процесинин интенсивлијиндән вә илин фәсилләри үзә дәјишмә ганунаујуғлуғларын-дан бәһе олуур.

Мәлум олмушдур ки, кәнд тәсәррүфаты биткиләри торпағын нитратлашма фәаллы-ғына мүхтәлиф дәрәдәдә тәсир көстәрир. Ән жүксәк нитратлашма фәаллыгы икинлик јонча сәһәсиндә мүшәһидә олуур. Просесин ән ашағы фәаллыгы памидорун монокул-турасында алынмышдыр.

Максимум нитратлашма фәаллыгы әкин дөвријәсинин бүтүн вариантларында јәј фәсиндә нәзәрә чарпыр. Пајызда просесин интенсивлији бир гәдәр зәифләјәрәк, ғышда минимума ешир.

S. A. Aliyev, F. G. Abbasov

NITRIFICATIONAL CAPABILITY OF GREY-BROWN SOILS OF ABSHERON

The seasonal changes of nitrificational activity of grey-brown soils of Abshe-ron under the various cultures of rotation of crops have been studied in 1975—1977.

It is determined that nitrificational activity of crop rotation under various cul-tures is not the same and it changes according to the seasons of year in different amplitudes. The highest nitrificational activity of soils is observed under two-year lucerne (93.3—152.2 mg N/NO₃ to 1 kg soil).

The lowest nitrificational activity of soils is observed under tomato (56.5—102.6 mg N/NO₃ to 1 kg soil), and especially under one-crop tomatoes (47.9—91.4 mg N/NO₃ to 1 kg soil).

In all studied variants under various cultures the maximal indices of nitrifica-tional activity are marked during the summer period, but under one-crop tomato the activity of nitrification is observed in spring and in all other seasons it systemati-cally decreases.

УДК Т 3(53)

НУШАБӘ БАЈРАМОВА

ХӘЛИФӘ ӘН-НАСИРИН ДИНИ СИЈАСӘТИ

(АзәрбајҶан ССР ЕА академики З. М. Бунјадов тәғдим етмишдир)

Хәлифә ән-Насирин (1180—1225) фәалијјәти Аббасиләр хилафәти-нин Сәлчугиләрин һакимијјәтиндән азад олдуғу, нисбәтән мүстәғил си-јасәт јеритдији бир вахта тәсадүф етмишдир. Аббасиләр хилафәтинин сијаси мүстәғиллик вә игтисади жүксәлишини тә’мин етмәк сә’ји хәлифә ән-Насирин чохчәһәтли фәалијјәтинин әсасыны тәшкил етмишдир. О, өз мәгсәдини һәјата кечирмәк үчүн, һәр шејдән әввәл, зәнкин даһили вә харичи сијасәт хәтти јеритмишдир. Оун һәм даһили, һәм дә харичи сијасәтинин мүһүм бир чәһәти исә дини сијасәти илә бағлы олмушдур. ән-Насирин дөвләт сијасәтинин бу чәһәтинә хүсуен диггәт јетирмәси хи-лафәтин о дөврдәки мүрәккәб даһили дини проблемләриндән доғмуш-дур. Дикәр тәрәфдән, хәлифә өзүнүн дини башчы олмағ ролуну да нә-зәрдән гачырмырды.

Гејд етмәк ләзимдыр ки, даһили сијасәтин чох мүһүм бир мәсәләси олмағ е’тибары илә «дини сијасәт» термини һәлә хәлифә ән-Насирдән әввәл јашамыш вәзир Ибн һүбейранын (1105—1165) фәалијјәти илә сыхы бағлы олмушдур. Буну нәзәрә алан тәдғигатчы Н. Масон да 1160—1180-чи илләр хилафәт тарихинин һәм дә Ибн һүбейранын јеритмиш ол-дуғу «дини сијасәт» термини илә бағлы характеризә олундуғуну көстә-рир. [1]. Лакин вәзир Ибн һүбейра вә хәлифә ән-Насирин «дини сијасәт» сәһәсиндәки фәалијјәти илә јаһындан таныш олдуғда ајдын олур ки, онларын һәр биринин дини проблемләрин һәллиндә өз сијасәт хәтти олмушдур.

XII әсрин сонларына доғру Ирағын дини тәркиби олдуғча рәнка-рәнк иди. һәм дә сүннү, шиә, зимми вә дикәр үнсүрләрин ичәрисиндә кәскин группашмалар нәзәрә чарпырды. Үмумиликдә көтүрдүкдә, Ирағ сакинләринин әксәријјәтинин сүннүләр тәшкил едирди. Лакин бир чох мәнтәгәләр бүтүнлүклә шиәләрдән ибарәт иди. Бу ики мәзһәб ајрылы-ғынын нәтичәси оларағ шиәләрлә сүннүләрин группашмасы, онларын арасындакы ихтилафлар вә шиәләрин хилафәтә гаршы дүшмән мүнаси-бәти шүбһәсиз ки, өлкәдә даһили дини вәзијјәти кәскинләшдирди. Дикәр тәрәфдән дә хәлифә ән-Насирдән әввәл вәзир Ибн һүбейранын шиә вә зиммиләрә гаршы сәрт вә сәһв мүнасибәти үзүндән бу ихтилаф даһа да күчләнишиди.

Бүтүн бунлары нәзәрә алан хәлифә ән-Насирин дини сијасәтинин ики чәһәтинин көстәрмәк олар: оун шиәлијин нүфүзуну галдырмасы, башга сөзлә шиәлији гәбул етмәси вә «Рух әл-Арифин» («Арифләрин руһу») әсәрилә өз сијаси—дини нүфүзуну жүксәлтмәси.

Хәлифәнин биринчи мәсәләдә, јә’ни шиәләрә гаршы мүнасибәтдә өзүндән әввәлки Аббаси хәлифәләриндән тамамилә фәргләнән јени бир

хэтт көтүрмәси тәкчә, јухарыда көстәрдијимиз кими, хилафәтин мүрәккәб дахили дини проблемләри илә бағлы олмајыб, һәм дә диқәр харичи сәбәбләрлә бағлы иди. О дөврдә террорчу дәвләт кими танынмыш Исламилләр дәвләти ислам аләминдә шиәлијин ән күчлү мәркәзи сајылырды.

Бүтүн бу гүввәләри өзүнә јахынлашдырмаг, оилары өзүнүн дајаг нөгтәсинә чевирмәк хәлифә ән-Насир бир сыра тәдбирләр көрдү. О, һакимијјәтә кәлән кими шиәләрә гаршы гәддар рәфтары илә танынмыш вәзир Ибн Аттары һәбс етдирди [2]. Бу, һәмнин адам иди ки, бир вахтлар Ибн һүбейрә ону шиәләри тәғиб етмәјә сөвг едир вә бу ишдә ону мүдафиә едирди. Сонра хәлифә шиәлији гәбул етдијини ә'јани шәкилдә сүбут етмәк үчүн шиәләрин имамы Муса ибн Чәфәрин гәбрини зијарәт етди вә өз көјөрчинләринә шиәләрин он ики имамынын адыны верди [3]. О вахт Самаррада тикилмиш вә шиә мә'бәди олдуғу һамыја мә'лум олан «Гейбәт әл-Меһди» ме'марлыг абидәси дә, Ф. Тешнерин көстәрдији кими, хәлифә ән-Насирин шиәлијә олан мејлини ачыгча көстәрмәкдә иди [4]. Хәлифә ән-Насирин шиәлијә гәбул етмәсини бир чох орта әср мәнбәләри тәсдиг едир. Лакин бунунла јанашы «ики мәнһәбли имам» кими ону иттиһам едән фикирләрә дә раст кәлирик.

Доғрудан да, бу дөврдә сијаси-дини шәраит о гәдәр мүрәккәб олмушдур ки, чох вахт бир-бирини тәкзиб едән фактлар тәдгигатчыны һадисәләрин дахили мәзмуну илә дүз кәлмәјән заһири өртүјүнү ачмаға, даһа дәриндән дүшүнмәјә мәчбур едир. Белә ки, о дөврүн күчлү сүннү дәвләтләриндән олан Әјјубиләрин өз хүтбәсиндә сүннүлүјүн рәмзи кими Аббаси хәлифәсинин адыны охутмасы ән-Насирин әсил шиә олмасына шүбһә јарадырды. Диқәр тәрәфдән, гаты шиәлији илә мәшһур олан Исмаилләр ән-Насирин шиәлији гәбул етдијинә доғрудан да инанырдыса, нә үчүн сүннүлүјү дәвләтин рәсми дини е'лан етмишдиләр? Демәли, Хәлифә ән-Насирин шиәлији ачыг-ашкар шүбһә алтына алынды. Неч тәсадүфи дејилдир ки, бу барәдә данышан бүтүн мүәллифләр хәтифә ән-Насирин «маскаланмыш шиә» олдуғуну көстәридиләр [5].

Нәтичә е'тибары илә бүтүн диқәр сијаси маневрләри кими, шиәлији гәбул етмәси дә хәлифә ән-Насирин өзүнүн вә хилафәтин сијаси нүфузунун мөһкәмләндирилмәсинә јөнәлдилмишди.

Хәлифә ән-Насирин дини сијасәтинин икинчи мүнүм чәһәти онун јаздығы «Рух әл-Арифин» адлы әсәри илә бағлы олмушдур.

Хәлифә ән-Насир шәриәт гануиларынын мүнүм мәнбәләриндән бири олан һадисәләри топламаг вә бир әсәр һалында јазмагла чох бөјүк дини-сијаси мәгсәд күдмүшдү. Хәлифә ән-Насирин шәриәт мәнбәләриндән мәнһә һадисләрә диггәт јетирмәси тәсадүфи дејилди; чүнки һадисләрин мөвзу даирәси чох кениш иди вә бу да хәлифәјә өзүнүн адамлара демәк истәдији фикирләрини һадисләрин дили илә ифадә етмәјә әлверишли имкан јарадырды.

Дөврүнүн бөјүк мүтәфәккири Ш. Сүһрәвәрдинин тә'сири алтында јетмиш һадисдән ибарәт дини-әхлаги мәзмунда јаздығы «Рух әл-Арифин» әсәрилә хәлифә ән-Насир өзү дә ислам дининин әсасларыны, хүсусән, әл-Гәзалинин (1059—1111) теолокијасыны дәриндән билдијини сүбут едирди [6].

«Рух әл-Арифин» әсәринин әлјазмасы һаггында илк дәфә европалы шәргшүнас Г. Вачда бәһс етмишдир [7]. Тәдгигатчы ашқара чыхармышдыр ки, хәлифә ән-Насирин бу әсәри онун мүасири олмуш Абд әл-Ләтиф әл-Бағдади тәрәфиндән шәрһ едилмишдир. О, әл-Бағдадинин әсли Британија музејиндә сахланан «Фүтуһ әл-вагт»⁸ («Замаңын фәтһи») адлы

шәрһиндә хәлифә ән-Насир дөврүнүн отуз ики нәфәр мәшһур шәхсијјәтини мүнәјјәләшдирмишдир.

«Рух әл-Арифин» әсәринин икинчи шәрһчиси хәлифә ән-Насирин мүасири бөјүк тарихчи Сыбт Ибн әл-Чаузи олмушдур. О, өзү гејд едир ки, «1212-чи илдә мән һәмнин китабы шејхләрин бириндән алдым вә шәрһ етдим...» [9].

Хәлифә ән-Насир бу әсәри јазмагла кифәјәтләnmәјиб ону бүтүн ислам аләминә јазмаға башлады вә бу иши илк нөвбәдә көркәмли дин хадимләринә тапшырды. Хәлифә өзүнүн хүсуси елчиләри вәсипәсилә әсәрин әлјазмаларыны гоншу мүсәлман дәвләт башчыларына көндәрди. Јенә бу ишдә хәлифәнин ән јахын көмәкчиси Ш. Сүһрәвәрди олмушдур. О, «Рух әл-Арифин» әсәрини кениш тәблиғ етмәк үчүн XIII әсрин әввәлләриндә бир сыра өлкәләрә о чүмләдән һәләп вә Мисирә дипломатик сәфәрләр етмишди [10].

Артыг өз һакимијјәтинин сонун доғру хәлифә ән-Насир бу әсәрини бүтүн ислам өлкәләриндә јазмаға мүвәффәг олмушду. Бүтүн бу дејиләләр көстәрик ки, хәлифә ән-Насир өз дөврүнүн кәскин сијаси-дини мәсәләләрини бүтүн инчәлик вә ајдынлығы илә дәрк етмиш, оиларын ағыллы һәллини верә билмишди.

Әдәбијат

1. Mason H. Two statesmen of medieval Islam: viz Ibn Hubayra and caliph an-Nasir. Hague—Paris, 1972, p. 69. 2. Ибн әл-Әсир. әл-Камил фит-тарих, ч. XI. Бејрут, 1966. сәһ. 459; Ибн әт-Тыгтыка Китаб әл-Фәхри фи әдәл әс-Султаниллә вә әд-дәвлә әл-исламијјә. Мисир, 1317, сәһ. 288. 3. Сыбт ибн әл-Чаузи. Мир'әт әз-заман фи тарих әл-әјан ч. VIII (I һиссә), һәјдәрабад, 1952, сәһ. 437; әс-Суюти. Тарих әл-хүләфә; Мисир, 1964, сәһ. 181. Taeschner. Nasir. Islam Ansiklopedisi, r. IX. Ankara 1964, сәһ. 93. 5. Ибн әт-Тыгтыка. әл-Фәхри, сәһ. 370; Hartmann A. an-Nasir II-Din Allah (1180—1225), Berlin, 1975, p. 168—170. 6. Бу һагда бах; 3. Мәмәдов. Азәрбајҗанда XI—XIII әсрләрдә фәлсәфи фикир. Бақы, 1978, сәһ. 57—58. 7. Vajda G. Une liste d'autorites du calife an-Nasir II-Din Allah. Arabica, v. VI, 1959, p. 173—178. 8. Абд әл-Ләтиф әл-Бағдади. Фүтуһ әл-вагт. Брит. муз. әлјаз. Кат., ор. 6332, Ордер PS, 908098 сәһ. 30а—82б. 9. Сыбт ибн әл-Чаузи. Мир'әт, ч. VIII (2 һиссә), сәһ. 543. 10. Ибн Васил. Мүфәррич әл-куруб фи әхбар-бәһи Әјјуб, ч. III. Гаһирә 1953—1960, сәһ. 233.

Јахын вә Орта Шәрг Халғлары
Институту

Алымшыдыр 7. V 1987

Н. Байрамова

РЕЛИГИОЗНАЯ ПОЛИТИКА ХАЛИФА АН-НАСИРА

Жизнь и деятельность халифа ан-Насира из династии Аббасидов (1180—1225) совпала по времени с эпохой Аббасидского халифата, который в указанный период избавился от господства Сельджукидов и стал проводить относительно независимую политику. Халиф ан-Насир был заинтересован в проведении такой внутренней и внешней политики, которая способствовала бы усилению религиозно-политического авторитета Аббасидского халифата.

Одной из важных особенностей проводимой им политики было отношение к религии. Халиф ан-Насир избрал два направления в осуществлении этой политики: курс на повышение авторитета и влияния шиитов в Аббасидском халифате; курс на усиление престижа самого халифа. Для достижения последней задачи важная роль отводилась пропаганде и популяризации идей, заключенных в религиозно-этическом произведении халифа, «Рух ал-Арифин».

Стремясь сделать своим оплотом как внутренние, так и внешние шиитские силы (в частности, шиитское государство Исмаилитов), халиф ан-Насир во главу угла ставил всемерное усиление своего авторитета в исламском мире, призвав для этого к себе в союзники и собственное произведение «Рух ал-Арифин».

The life and work of khalif an-Nasir li-Din Allah (1180—1225) were identified with epoch of Abbasid khalifate which emancipated from the Seljuqs rule (1157) and began pursuing a relatively independent policy.

Khalif an-Nasir pursued multilateral internal and external policy to increase an authority of Abbasid khalifate. Religious policy was an important part of his general policy. Khalif an-Nasir chose two directions in his religious activity: to increase a prestige of Shi'a in Abbasid khalifate and to raise his own authority by popularizing works of „Ruh al-Arfin“ written by him in religious and epic manner.

By increasing his authority both among internal and external forces (Shi'a state of Ismaili) he set himself as an object to make them a stronghold of his rule and to raise his religious and political prestige all over the Islam world.

Л. И. ЮНУСОВА

К ВОПРОСУ ОБ АВТОРСТВЕ ОДНОГО АНГЛИЙСКОГО ИСТОЧНИКА ПО ИСТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА XVIII В.

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

В XVIII в. Англия расширяет свою торгово-колоннальную экспансию в поисках новых рынков сбыта и источников сырья для развивающейся капиталистической промышленности. В 30—40-х годах XVIII в. Англия распространила свою торговую экспансию на бассейн Каспия. Проводником завуалированной торгово-колоннальной экспансии Англии в данный регион выступала «Русская компания» английского купечества. Одним из важных источников, освещающих деятельность «Русской компании» в Прикаспии в указанное время является опубликованная в Лондоне в 1742 г. книга агентов «Русской компании» Джона Эльтона и Мунго Грема¹, посвященная описанию их первой поездки в Иран в 1739 г. и повествующая о тех целях и задачах, которые англичане ставили перед собой во время этого первого разведывательного путешествия. Ряд исследователей неоднократно использовал этот ценный источник, однако авторство этой книги приписывали некоему Джемсу Спильману². По-видимому, основанием для этого послужил факт утери титульного листа единственного экземпляра этой книги, находящегося в СССР, а на второй странице книги имеется посвящение директору «Русской компании» Джону Томпсону от «его покорного слуги Джемса Спильмана», из чего, вероятнее всего, и был сделан вывод, что посвящать книгу директору компании мог только ее автор.

Однако тщательное изучение этого источника показало, что во-первых, автором этой книги не мог быть один человек. Это путевой журнал, записи в котором поочередно делали двое, причем неоднократно в тексте журнала упоминаются и имена этих авторов — Джона Эльтона и Мунго Грема, которые упомянуты и в тексте приводимого в журнале письма к регенту Ирана сыну Надир-шаха Рзакули Мирзе, также подписанного ими. Имя Дж. Спильмана не упомянуто ни в самом журнале, ни в документах, которые он содержит.

Во-вторых, Д. Эльтон и М. Грем действительно совершили в 1739 г. разведывательное путешествие по Волжско-Каспийскому пути в Иран для выяснения перспектив британской торговли в прикаспийских областях, о чем свидетельствуют многочисленные источники³. В то же время нет никаких данных, свидетельствующих о посещении в указанное время английским купцом Дж. Спильманом Азербайджана и Ирана.

В-третьих, Д. Ханвей — английский путешественник и купец «Русской компании», посетивший в 40-х годах XVIII в. прикаспийские области, написал книгу о торговле английской компании в бассейне Каспия, в которой ссылается на дневники и путевые журналы многих англичан,

побывавших в это время на Каспии, используя также журнал Д. Эльтона. При этом Д. Ханвей главы IV и V своей книги так и озаглавил: «Журнал мистера Эльтона из Москвы до его приезда в Решт» (Mr. Elton's Journal from Mosco till his arrival at Reshd) и «Продолжение журнала мистера Эльтона с его приезда в Решт до получения им декрета Разкули Мирзы—регента Персии в пользу британских купцов» (Mr. Elton's Journal continued, from his arrival at Reshd till obtaining a decree of R. za Kouli Mirza, the regent of Persia, in favour of the British merchants).

Сравнение содержания этих глав в книге Д. Ханвея с содержанием «Путешествия через Россию в Персию...» ясно показывает их абсолютную идентичность. Сам же Д. Ханвей, вначале назвав автором журнала одного Д. Эльтона, в V главе особо оговаривается в примечании: «Надо отметить, что этот журнал хотя и был нами сразу отдан в авторство Д. Эльтона, но писался как им, так и его компаньоном Гремом»⁴.

И, наконец, последние сомнения относительно авторства этого интересного источника рассеивает книга английского исследователя Л. Локкарта. В библиографии книги Л. Локкарта авторами этого источника называет Д. Эльтона и М. Грема⁵.

По-видимому, сам Д. Эльтон и привез этот журнал в 1740 г. в Лондон⁶ (М. Грем остался в Реште), где журнал и был опубликован в 1742 г. К этому времени Д. Эльтона в Лондоне уже не было (он вновь находился в Иране) и посвящение директору «Русской компании» в этой книге было написано Д. Спилманом, вероятно, одним из купцов компании.

Таким образом, подводя итог всему изложенному, можно заключить, что авторами этого важного источника по социально-экономической истории Азербайджана и Ирана, содержащего также ценный материал по истории английской торговой экспансии в бассейне Каспия во второй четверти XVIII в., являются агенты «Русской компании» Д. Эльтон и М. Грем.

Примечания

1. Elton J. and Graeme M. A Journey through Russia into Persia by two English gentlemen, who went in the year 1739 from Peterburg, in order to make a discovery how the trade from Great Britain might be carried on from Astracan over the Caspian. London, 1742. Русск. пер. М. М. Абезгуза (Путешествие через Россию в Персию двух английских джентльменов...), ИАИИ АН Азерб. ССР, (инв. № 484).
2. Левиатов В. И. Очерки из истории Азербайджана в XVIII в. Баку, 1948, с. 27, 209; АшурбеЙли С. Б. Изв. АН Азерб. ССР, серия история, философия и право, 1947, № 1, с. 68—69; Әлијев Ф. М. XVIII әсрди биринчи жарысында Азербайчанда тичарәт. Баку, 1964, с. 99—100; Асланян М. Вестник общественных наук АН Арм. ССР, 1978, № 7, с. 80.
3. Hanway J. A historical account of the British trade over the Caspian sea: with the author's journal of travels from England through Russia into Persia and back through Russia, Germany and Holland. London, 1754, vol. 1, p. 9—27; Сб. императорского русского исторического общества. СПб., 1893, т. 85, д. № 32, с. 118—119 и др.
4. Hanway J. Op. cit., p. 16.
5. Lockhart L. Nadir Shah. London, 1938, p. 318.
6. Sykes P. A History of Persia. London, 1921, vol. 2 p. 269.

Институт истории

Поступило 13. V 198

Л. И. Юнусова

XVIII әср АЗӘРБАЙЧАН ТАРИХИНӘ АИД БИР ИНКИЛИС МӘНБӘЈИНИН МҮӘЛЛИФЛИК МӘСӘЛӘСИНӘ ДАИР

XVIII әсрди II рүбүндә Азәрбајчан вә Иранни ичтимаи-иғтисади тарихини ишығландыран вә инкилис-тичарәт «Рус компанијасынын» Хәзәр дәннән һөвзәсинә иғтисади мүдаһиләсинә аид фактик материалларла зәнкин олан мәнбәләрдән бири дә 1742-чи илдә Инкилтәрәдә нәшр олуан «Русијадан кечәрәк Иранә сәјаһәт» китабыдыр. Бир сыра мүәллифләр дәфәләрлә бу гүјмәтли мәнбәдән истифадә етмиш, ләкин сәһв олараг онун мүәллифини Д. Спилман олдуғуну көстәрмишләр. Һәмми мәнбәнин вә тәдғиг олуан дөврә аид диқәр мәнбәләрини, о чүмләдән инкилис тарихшүнаслығынын диғгәтлә өјрәнилмәси көстәрир ки, һәмми әсрди мүәллифләри 1739-чу илдә Иранда олмуш, инкилис «Рус компанијасынын» агентләри Д. Елтон вә М. Гремдир.

L. I. Yunusova

ON THE PROBLEM OF REAL AUTHORSHIP OF THE ENGLISH SOURCE ON THE HISTORY OF AZERBAIJAN OF THE XVIII CENTURY

One of the important sources, throwing light upon both social and economic history of Azerbaijan and Iran and containing valuable factual material on the history of English trade expansion within the area of the Caspian sea basin in the second quarter of the XVIII-th century, is a book named „A Journey through Russia into Persia by two English gentlemen, who went in the year 1739 from Peterburg, in order to make a discovery how the trade from Great Britain might be carried on from Astracan over the Caspian“. This book was published in London in 1742. A number of investigators repeatedly used this valuable source, but its authorship, however, was erroneously ascribed to a certain J. Spilman. The careful examination of this source itself and other sources of that period, as well as the English historiography has made it available to determine, that the authors of this book are J. Elton and M. Graeme—agents of the „Russian company“ of English merchants, who visited Iran in 1739.

Академик Э. М. БУНИЯТОВ, С. Г. БАГИРОВА

СВЕДЕНИЯ ОБ АЗЕРБАЙДЖАНСКИХ УЧЕНЫХ
В СРЕДНЕВЕКОВОЙ ЭНЦИКЛОПЕДИИ

(На материале сочинения ал-Байхаки Татимма Сиван ал-хикма)¹

Сочинение известного историка XII в. ал-Байхаки *Татимма Сиван ал-хикма* представляет собой образец средневековой энциклопедии и содержит много интересного информационного материала по истории науки. Труд ал-Байхаки, пользовавшийся широкой популярностью на мусульманском Востоке и не утративший своего значения поныне, является дополнением (татимма) к также весьма распространенному в середине века сочинению Абу Сулаймана ас-Сиджистани (X в.) *Сиван ал-хикма* («Хранилище мудрости»). Уже само название источника указывает на характер материала, содержащегося в нем: здесь упоминаются персонажи, которые по тем или иным причинам не были включены в книгу ас-Сиджистани. В *Татимме* наше внимание привлекли четыре сообщения о средневековых азербайджанских ученых², включенных ал-Байхаки в свой аннотированный справочник. Хотя объем интересующих нас статей невелик, как и многих других в данном источнике (исключение составляет лишь статья, посвященная знаменитому Абу Али Ибн Сине), а содержащаяся в них информация порой скудна или неисчерпывающа, примечателен сам факт популярности ученых из Азербайджана на Ближнем Востоке и в Средней Азии, их авторитет и удельный вес в науке. Получившие призвание еще при жизни, эти ученые утвердились в ряду выдающихся мыслителей эпохи, служили в крупнейших современных научных и культурных центрах мусульманского мира, были приглашены на службу ко двору правителей и высших государственных сановников.

Одной из ярких фигур историко-философской мысли XI в. является Абу-л-Маади Абдаллах в. Мухаммед ал-Майаниджи, представитель пантеистической философии суфизма³. Его *нисба* прямо указывает на происхождение из города Мийана в Азербайджане⁴. По Хамадану, где он жил, занимал должность кадия и получил почетный титул Айн ал-Кудат, ал-Майаниджи известен также и как Айн ал-Кудат ал-Хамадани⁵. Содержание статьи об Айн ал-Кудате в *Татимме* следующее:

«Абу-л-Ма'али Абдаллах б. Мухаммед ал-Майаниджи⁶ был одним из учеников [имама] Умара ал-Хайяма и учеником имама Ахмада ал-Газали. Он составил книгу, назвав ее «*Зубдат ал-хака'ик*» («Сливки истины»), где не отделил высказываний суфиев от высказываний [других] ученых⁷. По причине вражды между ним и везиром Абу-л-Касимом ал-Анасабади⁸ он был распят. Из его высказываний: «Лишь того, кто постиг бытие вечно существующего — благословен Он и да возвышен — [может] охватить не поддающаяся описанию великая любовь к Нему и всецело посвящение Ему. Разум ведь тоже наслаждается постижением

бытия всевышней Истины, но это — не наслаждение Его совершенством и не постижение Его величия — да будет Он возвышен. Это — наслаждение Им с точки зрения известности Его. Так наслаждаются прочими известными [радостями]. Клянусь жизнью, я не отрицаю наличия разницы между двумя наслаждениями с точки зрения предпочтения одного из них. Однако наслаждение разумом подобно наслаждению зрением, когда вещь, отличающуюся приятным ароматом, постигают по ее цвету и форме. Всякое возможно сущее — преходяще, за исключением Истины вечно существующей. Это подобно тому, как отражение в зеркале — преходяще, а отраженное в нем существует в действительности. Озарение Земли светом Солнца требует особой связи между ними. Если распадется эта связь, то нарушится способность Земли воспринять свет Солнца. Всевышней Аллах был сущим и не было при Нем ничего, ибо при Его бытии ничто не [может] находиться в разряде Его свиты. Однако Он всему отдает должное и во всем проявляет заботу, так как без Его такого отношения [всякое] возможное не стало бы сущим. Ибо [как], сказал всевышний Аллах: «И Он — с вами»⁹.

Он (ал-Майаниджи) говорил: «Покровитель да возрадуется тому, кто стремится к внутреннему очищению [ибо] самоочищение сопутствует людям, которые очистили свое нутро от нравственных пороков и скверны, и общение с этими людьми необременительно».

Он говорил: «Видел ли ты [когда-либо] дубильщика [или] метельщика, которые соперничали бы с владыками?»

Следующие два сообщения в *Татимме* касаются ученых, носящих *нисбу* ал-Урмави. Одному из них — Абдаллаху ал-Урмави — отведено всего несколько строк и информация о нем весьма скудна. Основное внимание автора привлекли афоризмы ал-Урмави. Для средневековья вообще было характерно тяготение к афористической форме мышления. Они содержат не только дидактические сентенции, но часто носят чисто практический характер, учат житейской мудрости. Представляя собой общечеловеческие правила нравственности, они адресованы самой широкой аудитории.

*Мудрец (ал-хаким) Абдаллах ал-Урмави*¹⁰ врачевал в Багдаде и был ученым мужем достойных качеств и хороших манер. Из его изречений: «Застолье с благородным сотрапезником удваивает наслаждение пищей. Бедность, сопутствуемая любовью [окружающих], лучше богатства, сопровождаемому враждой. Восприятие наук подобно разбрасыванию (сеянию) семян, а их осмысление — поливу».

*Мудрец (ал-хаким) Абу Са'ид ал-Урмави*¹¹ был хакимом, который оседал гребни мудрости, глубоким знатоком адаба, мастером поэзии и прозы. У него имеются сочинения, в том числе *Китаб фи-л-илахи* («Книга о божественном»), *Рисала фил-мантик* («Трактат о логике»), *Шарх ал-макала ал-ула вас-санийа мин китаб Уклюдус* (Комментарий к Первому и второму введениям Книги Евклида)¹². Доверенный человек говорил мне, что он (ал-Урмави) преподавал при дворе Фахр ал-Мулка адаб его сыновьям¹³. Скопив девятьсот¹⁴ нишапурских динаров, он стал поговаривать: «Вот соберу тысячу динаров, уединюсь, отдамся [полностью] наукам и откажусь от общения с людьми». Когда сумма его сбережений достигла 990 динаров, этот философ умер своей смертью. Так что деньги его стали уделом других. Из высказываний этого *хакима*:

Однажды он сказал скряге: «Не пытайся искоренить свою скупость путем [напрасной] траты денег, ибо деньги твои разойдутся, а скупость останется при тебе. Воистину, показное усердие не избавляет [человека]

ни от [укоренившихся] привычек, ни от врожденного характера». Аскет, постепенно сбрасывая человеческий облик, начинает чураться людей. Добродетель находится посередине между двумя пороками — алчностью и пресыщенностью.

В [сочинении] *ас-Сийасат* («Правление») я видел написанное его почерком: «Благородство — в любом случае главенствующее качество, а подлость — в любом случае подвластное качество; среднем для каждого из них является главенство в одном случае и подчиненность — в другом».

Четвертого ученого Абу Са да ат-Табризи автор *Татиммы* либо знал лично, либо слышал о нем от своего отца. Во всяком случае, это был современник ал-Байхаки.

*Мудрец (ал-хаким) Абу Са'д ат-Табризи*¹⁵. В минувшие дни, во времена моего родителя¹⁶ — да помилует его Аллах — он (ат-Табризи) бывал в Байхаке. Это был выдающийся мудрец, особенно в логике. Из его назиданий: «Если ты [всегда] хорошего мнения о своих днях, то они тебя погубят. Богат тот, кто не угодил пленником в тиски алчности. Кто высокомерен с друзьями, тот не заслужил их искреннего расположения. [Истинно] обрадован тот, кого хвалят как самих себя. Если тебя хвалят за [какие-то достоинства], а ты лучше других знаешь себя, то не радуйся [похвалам]. Если тебя обступили думы о мирских делах, то разум твой для наук бесплоден».

Примечания

- ¹ Мы располагаем фотокопией рукописи *Татиммы*, хранящейся в Ин-те востоковедения АН Узбек. ССР (№ 130, инв. № 1448), а также печатным изданием этого сочинения под ред. М. Шафи, Лахор, 1935. Ташкентский список в данном издании не привлечен.
- ² Извлечения из *Татиммы* об азербайджанском ученом-философе Бахманьяре опубликованы. См. акад. З. М. Буниятова, С. Г. Багирова. Сведения о Бахманьяре и его учениках в сочинении ал-Байхаки *Татимма Сиван ал-хикма*. «ДАН Азерб. ССР», т. XXVIII, № 4, 1982, с. 71—75.
- ³ О развитии философской мысли в Азербайджане и ее представителях см.: З. Дж. Мамедов. Основные философские течения в Азербайджане в XI—XIII вв. В сб. «Методологические вопросы истории развития средневековой философии народов Закавказья», 208—226. Изд-во «Элм», Баку, 1982.
- ⁴ Пакут поясняет название города как «срединный», поскольку он находился на равном расстоянии между Марагой и Табризом и как бы образовывал один из углов равнобедренного треугольника (*Пакут*, *Муджам ал-булдан*, IV, с. 710). В. В. Бартольд указывает на срединное расположение Мийана между Ардебилем и Табризом (*В. В. Бартольд*. Сочинения, т. VII, М., 1971, с. 210). Пакут сообщает также, что Айн ал-Кудат ал-Майаниджи был потомственным кадием: «Оттуда (из Мийана) ведут происхождение кадий Абу-л-Хасан Али б. ал-Хасан ал-Майаниджи—кадий Хамадана, где он был замучен — до помилует его Аллах; его сын — Абу Бакр Мухаммед и сын [последнего] — Айн ал-Кудат Абдаллах б. Мухаммад». (*Пакут*, там же). На эту преемственность обратил внимание Е. Э. Бертельс (см. Суфизм и суфийская литература, М., 1965, с. 311, сн. 6).
- ⁵ См. Е. Э. Бертельс, Айн ал-Кузат Хамадани. Суфизм и суфийская лит-ра, с. 310—311; Г. Э. фон Грюнебаум. Основные черты арабо-мусульманской культуры, М., 1981, с. 112—113, сн. 9.
- ⁶ *Татимма Сиван ал-хикма*, лл. 46 а, б; М. Шафи, с. 117—119. Дату рождения ал-Майаниджим не указанную ни в рукописи, ни в издании М. Шафи, мы восполняем по *Талхис маджма ал-адаб фи муджам ал-алкаб* Ибн ал-Фувати (под ред. М. Джавада, Дамаск, 1963, ч. IV, раздел 2; с. 1131: «родился он в 490/1096—97 году». Год казни ученого указан (*Табакат аш-шафиййа*, IV, 236): «Айн ал-Кудат Абу-л-Ма'али был распят в Хамадане в ночь на среду 7-го джумада ал-ахира 525 г. 6 мая 1131 г.». Эту же дату подтверждает Ибн ал-Фувати (с. 1132): «Везир Абу-л-Касим ад-Дарказини заточил его (Айн-ал-Кудата) в крепость, соста-

вив против него обвинение. Его законным отпрыском отправили в Багдад. Он был распят в Хамадане 7-го джумада ал-ахира 525 г. Могила его — место паломничества. Когда я был в Хамадане, то посетил ее». Е. Э. Бертельс (указ. раб., с. 314) со ссылкой на *Хабиб ас-сийар* пишет: «В 533/1138—39 г. Персия стонала от зверства везира Кавам ад-Дина Абу-л-Касима ибн Хасана ад-Даракути, преследовавшего улемов и предававшего их казни. До него долетел слух о неправоверии Айн ал-Кузата, и он немедленно приказал повесить его на воротах того самого медресе, где тот обычно читал лекции, принимая, как видно из текста 533/1138 г. за год казни ал-Майаниджи, ошибаясь таким образом почти на 8 лет.

- ⁷ Ал-Байхаки употребляет глагол «смешивать», который мы по смыслу перевели как «не отделил», т. е. не выделил отдельно, вместо «смешал», чтобы избежать неправильного толкования текста.
- ⁸ О везире Кавам ад-Дине Абу-л-Касиме ал-Анасабади (Дарказини). См. ал-Бундари, *Зубдат ан-нусра*, с. 124; ал-Хусайни, ук. соч., с. 100, 212, прим. 9. Анасабад—селение в Рустаке ал-Алам в округе Хамадана, недалеко от Дарказина. См. Пакут, I, 379, II, 569.
- ⁹ Коран, LVII, 4.
- ¹⁰ *Татимма*, л. 50а; М. Шафи, с. 129. Об Урми см. Пакут, I, 218.
- ¹¹ *Татимма*, лл. 50б, 51 а; М. Шафи, с. 131—132.
- ¹² Речь идет о комментариях к введениям книги Евклида «Начала». См. об этом: *Омар Хайям*. Трактаты. М., 1961. Перевод Б. А. Розенфельда. Комментарии, с. 271, примеч. 1.
- ¹³ Фахр ал-Мулк ал-Музаффар (убит исмаилитами в 505/1111—12 г.) — один из трех сыновей везира Низам ал-Мулка (1017—1092), также был везиром сначала у султана Беркьярука (1078—1104), а затем, после его смерти, у султана Санджара (1086—1157). См. об этом: *Садр ад-Дин Али ал-Хусайни*. Абхар ад-даулат ас-селджукиййа. Издание текста, перевод, введение, примечания и приложения З. М. Буниятова. М., 1980, с. 78—93; Л. В. Строева. Государство исмаилитов в Иране в XI—XIII вв., М., 1978, с. 148; Сыновья Фахр ал-Мулка — Садр ад-Дин и Насир ад-Дин также были везирами у восьмого сельджуковского султана Санджара. (*Омар Хайям* Трактаты. см. Жизнь и творчество Омара Хайяма. Вступительная статья Б. А. Розенфельда и А. П. Юшкевича, с. 13).
- ¹⁴ В рукописи: 990 динаров, вероятно, по ошибке переписчика.
- ¹⁵ *Татимма*, л. 50 б; М. Шафи, с. 130—131.
- ¹⁶ Отец ал-Байхаки умер в джумада ас-сани 517/27 июля 24 августа 1123 г. (Пакут, *Муджам ал-удаба*, V, 209).

ИНБСВ

Поступило 6. XII 1982

З. М. Буяядов, С. Г. Багирова

ОРТА ЭСР ЕНСИКЛОПЕДИЈАСЫ АЗЭРБАЈЧАН АЛИМЛЭРИ ҺАГГЫНДА

XII эсрин көркәмли тарихчиләриндән олан Әбу-л-Һәсән әл-Бейһагинин Тәтимиә Сиван әл-һикмә әсәриндә 4 Азәрбајчан алими һаггында мә'лумат елми марағ ојадыр. Бунлардан бири XI эсрин философу Ејн әл-Гудат әл-Мәјанәчи (вә јахуд һәмәдани), ди-кәрләри һәз Әбу Сәд әт-Тәбризи, Әбдүллаһ Урмәви вә Әбу Сәид Урмәвидир. Адлары чәкилмиш алимләр барәдә әл-Бейһагинин јаздығы мәғаләләр көстәрир ки, онлар јаша-дығлары дөврүн мүтәфәккир алимләри олмуш, елмин мүхтәлиф саһәләриндә мүһүм рол ојнамышлар.

Z. M. Buniyatov, S. Bagirova

ABOUT 4 AZERBAIJANIAN SCIENTISTS IN THE MEDIEVAL ENCYCLOPAEDIA

The well-known *Tatimma Siwan al-hikma* of al-Bayhaqi (XII c.) contains 4 biographies of the famous medieval Azerbaijanian scientists al-Mayaniji (al-Hamadani) Abu Sa'd at-Tabrizi, Abdallah al-Urmawi and Abu Said al-Urmawi, whose original works were spread over the Muslim World.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОТ АКАДЕМИИ НАУК
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

Академия наук Азербайджанской ССР, в соответствии с §§ 20 и 21 Устава, сообщает имена кандидатов в действительные члены (академики) и члены-корреспонденты Академии наук Азербайджанской ССР, представленных на основании извещения в газетах «Коммунист» и «Бакинский рабочий» от 31 марта 1983 г. действительными членами и членами-корреспондентами Академии наук, советами научных учреждений и высших учебных заведений, государственными учреждениями и общественными организациями.

КАНДИДАТЫ В ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫЕ ЧЛЕНЫ (АКАДЕМИКИ) АН АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ОТДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК М а т е м а т и к а

Аллахвердиев Джалал Эйваз оглы — член-корреспондент АН Азербайджанской ССР.

Бабаев Ариф Алигейдар оглы — член-корреспондент АН Азербайджанской ССР.

Гасымов Мираббас Геогджа оглы — член-корреспондент АН Азербайджанской ССР.

Расулов Меджид Лятифович — член-корреспондент АН Азербайджанской ССР.

Ф и з и к а

Гулиев Нариман Ага-Кули оглы — член-корреспондент АН Азербайджанской ССР.

Мухтаров Абдулла Ибрагим оглы — член-корреспондент АН Азербайджанской ССР.

Салаев Эльдар Юнис оглы — член-корреспондент АН Азербайджанской ССР.

Шахтахтинский Магомед Габibuлла оглы — член-корреспондент АН Азербайджанской ССР.

ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ

Г е о л о г и я

Багир-заде Фаик Мамед оглы — член-корреспондент АН Азербайджанской ССР.

Шихалибейли Эдхем Шахлар-бек оглы — член-корреспондент АН Азербайджанской ССР.

ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

М е д и ц и н а

Алиева Зарифа Азизовна — доктор медицинских наук, профессор.

Намазова Адиля Аваз кызы — член-корреспондент АМН СССР.

ОТДЕЛЕНИЕ ИСТОРИИ, ЭКОНОМИКИ, ФИЛОСОФИИ И ПРАВА

Д р е в н я я и с т о р и я

Алиев Играр Габиб оглы — член-корреспондент АН Азербайджанской ССР.

И с т о р и я и с к у с с т в

Саламзаде Абдул Вагаб Рагим оглы — член-корреспондент АН Азербайджанской ССР.

Э к о н о м и к а

Махмудов Ахмед Акбер оглы — член-корреспондент АН Азербайджанской ССР.

Надиров Лсаф Аббас-Кули оглы — член-корреспондент АН Азербайджанской ССР.

**КАНДИДАТЫ В ЧЛЕНЫ-КОРРЕСПОНДЕНТЫ
АН АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР**

**ОТДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ
И МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК**

Математика

Габляб-заде Амир Шамиль оглы — доктор физико-математических наук, профессор.

Керимов Керим Абдулхалик оглы — доктор физико-математических наук, профессор.

Кулиев Гатам Гидаят оглы — доктор физико-математических наук.

Мамедов Рашид Гамид оглы — доктор физико-математических наук, профессор.

Мамедов Яхья Джафар оглы — доктор физико-математических наук, профессор.

Новрузов Али Азиз оглы — доктор физико-математических наук, профессор.

Чандириев Гусейн Искендер оглы — доктор физико-математических наук, профессор.

Физика

Алиев Гурбанали Мамедсадык оглы — доктор физико-математических наук, профессор.

Аскеров Бахрам Мехрали оглы — доктор физико-математических наук, профессор.

Багиров Мирза Ага Люб оглы — доктор технических наук, профессор.

Бакиров Мамедэмин Ягуб оглы — доктор физико-математических наук.

Гаджиев Сабир Абдулманаф оглы — доктор физико-математических наук, профессор.

Гусейнов Гасан Джамиль оглы — доктор физико-математических наук.

Гусейнов Ибрафим Иса оглы — доктор физико-математических наук, профессор.

Джафаров Таяр Джумшуд оглы — доктор физико-математических наук, профессор.

Искендер-заде Зарифа Али Раза кызы — доктор физико-математических наук, профессор.

Мир-Касимов Руфат Мир-Асадулла оглы — доктор физико-математических наук.

Мустафаев Рамиз Али оглы — доктор технических наук, профессор.

Наджафов Исмет Магомед оглы — доктор физико-математических наук, профессор.

Садыхов Фанк Султанмурад оглы — доктор физико-математических наук, профессор.

Тагиев Бахадир Гусейн оглы — доктор физико-математических наук.

Тагиров Владимир Исмаил оглы — доктор физико-математических наук, профессор.

Шафизаде Рафик Бехбуд оглы — доктор физико-математических наук.

Эфендиев Кафар Ибрагим оглы — доктор физико-математических наук, профессор.

**Космические системы
и приборы**

Абдынов Джавад Шахвалед оглы — доктор физико-математических наук.

Абдуллаев Абдул-Мабут Абдул-Манаф оглы — доктор технических наук, профессор.

Алиев Тельман Аббас оглы — доктор технических наук, профессор.

Гусейнов Рагим Эюб оглы — доктор физико-математических наук, профессор.

Исмаилов Тофик Кязим оглы — доктор технических наук.

Касимзаде Мурад Салман оглы — доктор технических наук, профессор.

Кенгерлинский Юлдуз Саттар оглы — доктор технических наук, профессор.

ОТДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ НАУК

Химия

Алиев Сахиб Мусенб оглы — доктор химических наук, профессор.

Алхазов Тофик Гасан оглы — доктор химических наук, профессор.

Ахмедов Вагиф Мелик оглы — доктор химических наук, профессор.

Ахмедов Шамиль Теймур оглы — доктор химических наук, профессор.

Буният-заде Айдын Али оглы — доктор химических наук, профессор.

Зейналова Гевхар Али кызы — доктор технических наук, профессор.

Исмаилов Ахад Гусейн оглы — доктор технических наук.

Кулиев Аббас Бунят оглы — доктор химических наук.

Кулиев Али Гусейн Ага Али оглы — доктор химических наук, профессор.

Мамедьяров Магеррам Али оглы — доктор химических наук, профессор.

Мехтиев Сехраб Искендер оглы — доктор технических наук, профессор.

Муганлинский Фанк Фуад оглы — доктор химических наук, профессор.

Нагиев Тофик Муртуза оглы — доктор химических наук, профессор.

Нуриев Али Наджаф Гули оглы — доктор химических наук.

Ризаев Рамиз Гасан Кули оглы — доктор химических наук, профессор.

Рустамов Паша Габиб оглы — доктор химических наук, профессор.

Салахов Мустафа Саттар оглы — доктор химических наук, профессор.

Сеидов Надир Мир Ибрагим оглы — доктор химических наук, профессор.

Серебряков Борис Ростиславович — доктор технических наук, профессор.

ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ

Геология

Абдуллаев Рашид Наджафкули оглы — доктор геолого-минералогических наук, профессор.

Агаев Вагид Бахрам оглы — доктор геолого-минералогических наук, профессор.

Алиев Ага Курбанович — доктор геолого-минералогических наук, профессор.

Баба-заде Васиф Мамед Ага оглы — доктор геолого-минералогических наук, профессор.

Дадашев Фарид Гасан оглы — доктор геолого-минералогических наук, профессор.

Исрафилов Габиб Юсиф оглы — доктор геолого-минералогических наук, профессор.

Керимов Керим Мамедхан оглы — доктор геолого-минералогических наук.

Мамедов Тофик Ахмед оглы — доктор геолого-минералогических наук, профессор.

Салаев Субхи Гашум оглы — доктор геолого-минералогических наук, профессор.

Халифа-заде Чингиз Музафар оглы — доктор геолого-минералогических наук, профессор.

**Разработка
и эксплуатация нефтяных,
газовых
и газоконденсатных
месторождений**

Кулиев Ариф Мехти оглы — доктор технических наук, профессор.

Садык-заде Энвер Сеид Рагим оглы — доктор технических наук, профессор.

Сулейманов Алекпер Багирович — доктор технических наук, профессор.

Таиров Нариман Джафарович — доктор технических наук, профессор.

ОТДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

**Физиология человека
и животных**

Алиев Мусейиб Гашим оглы — доктор биологических наук, профессор.

Каграманов Каграман Мехтикули оглы — доктор медицинских наук, профессор.

Касимов Рафик Юнис-Али оглы — доктор биологических наук, профессор.

Медицина

Абаскулиев Ахмед Алибаба оглы — доктор медицинских наук, профессор.

Абасов Бейбала Хуткар оглы — доктор медицинских наук, профессор.

Абасов Исмаил Теймур оглы — доктор медицинских наук, профессор.

Гулиева Самая Али кызы — доктор медицинских наук, профессор.

Кадырова Тора Кадыр кызы — доктор медицинских наук, профессор.

Керимов Гуси Мамедхан оглы — доктор медицинских наук, профессор.

Рагимов Рагим Нурмамед оглы — доктор медицинских наук, профессор.

Салаева Зара Мамед кызы — доктор медицинских наук, профессор.

Таги-заде Таги Алекпер оглы — доктор медицинских наук, профессор.

Ботаника

Гаджиев Вагид Джалал оглы — доктор биологических наук, профессор.

Кулиев Вагид Шамхал оглы — доктор биологических наук, профессор.

Генетика

Алекперов Урхан Кизим оглы — доктор биологических наук.

Микаилов Микаил Ахадович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Энтомология

Абдинбекова Арифа Ахмед кызы — доктор биологических наук.

Алиев Сейфаддин Вели оглы — доктор биологических наук.

Мамедова Сиддига Рза кызы — доктор биологических наук, профессор.

Рагимов Заур Алекпер оглы — доктор сельскохозяйственных наук.

ОТДЕЛЕНИЕ ИСТОРИИ, ЭКОНОМИКИ, ФИЛОСОФИИ И ПРАВА

История

Абасов Мазанр Гамид оглы — доктор исторических наук.

Алиев Гамид Зейналабдин оглы — доктор исторических наук, профессор.

Алиев Фуад Мамед Багир оглы — доктор исторических наук.

Буниатов Теймур Амираслан оглы — доктор исторических наук, профессор.

Гулиев Данил Пирн оглы — доктор исторических наук.

Исмаилов Исрафил Закир оглы — доктор исторических наук, профессор.

Исмаилов Махмуд Али Аббас оглы — доктор исторических наук, профессор.

Мадатов Гараш Али оглы — доктор исторических наук, профессор.

Муслумов Ибрагим Сафарович — доктор исторических наук, профессор.

Селимханов Иса Ризаевич — доктор химических наук, профессор.

Сендов Рауфбей Али оглы — доктор исторических наук.

Эфендиев Октай Абдул оглы — доктор исторических наук.

Философия

Агамиров Мидхат Мир Муса оглы — доктор философских наук.

Ахмедли Джамиль Теймур оглы — доктор философских наук, профессор.

Ахмедов Энвер Мирзакулиевич — доктор философских наук, профессор.

Дашдамиров Афранд Фридунович — доктор философских наук, профессор.

Иманов Гамид Рза оглы — доктор философских наук, профессор.

Касим-заде Фуад Фейзулла оглы — доктор философских наук, профессор.

Мустафаев Джамал Вели оглы — доктор философских наук, профессор.

Саттаров Максид Магомедали оглы — доктор философских наук, профессор.

Ширалиев Гасан Исмаил оглы — доктор философских наук, профессор.

Экономика

Алескеров Агасалим Керим оглы — доктор экономических наук, профессор.

Аллахвердиев Мадат Мустафа оглы — доктор экономических наук, профессор.

Велиев Теймур Сулейман оглы — доктор экономических наук, профессор.

Заргаров Абдул-Гафур Аминуллы оглы — доктор экономических наук.

Иманов Корхмаз Джангир оглы — доктор экономических наук.

Касымов Абульфаз Джабраил оглы — доктор экономических наук, профессор.

Мехтиева Джаваншир Мехти оглы — доктор экономических наук, профессор.

Мурадов Шахбаз Муса оглы — доктор экономических наук, профессор.

Фараджев Фарид Али Кули оглы — доктор экономических наук, профессор.

ОТДЕЛЕНИЕ ЛИТЕРАТУРЫ, ЯЗЫКА И ИСКУССТВА

Литературоведение

Алиев Газанфар Юсиф оглы — доктор филологических наук.

Асадуллаев Сейфулла Гудрат оглы — доктор филологических наук, профессор.

Бабаев Габиб Байрам оглы — доктор филологических наук, профессор.

Заманов Аббас Фаттах оглы — доктор филологических наук, профессор.

Караев Яшар Вагид оглы — доктор филологических наук.

Мамедов Камран Дадаш оглы — доктор филологических наук, профессор.

Мамедов Мехти Асадулла оглы — доктор искусствоведения, профессор.

Набиев Бекир Ахмед оглы — доктор филологических наук, профессор.

Садыхов Муртуз Зейнал оглы — доктор филологических наук, профессор.

Сейидов Мирали Миралекпер оглы — доктор филологических наук.

Таирбеков Байрам Гарун оглы — доктор филологических наук, профессор.

Языкознание

Ахундов Агамуса Агаси оглы — доктор филологических наук, профессор.

Зейналов Фархад Рамазан оглы — доктор филологических наук, профессор.

Каграманов Джангир Вагид оглы — доктор филологических наук, профессор.

Курбанов Афат Мамед оглы — доктор филологических наук, профессор.

Магеррамова Рахилия Джавад кызы — доктор филологических наук.

Тагиев Мамед Таги оглы — доктор филологических наук, профессор.

МҮНДЭРИЧАТ

Риџиџат

- Т. М. Қаримов. 2-чи тәртіб эллиптик тэнликлэр үчүн гоџулмуш гарышыг сэрһэд мәсэләсини мэхуси вә гошма функцијалар системини тамлығы 3
 Б. И. Мусајев. Мэхуси интеграл үчүн бир квадратур просес һаггында 7
 К. Н. Солтанов. Бир нөв гејри-хәтти параболик тип мәсэләләр һаггында 11

Физика

- М. А. Меһдијев. Гадаған золагсыз жарымкечиричиләрдә ашгар һаллары 15

Жарымкечиричиләр физикасы

- Һ. Б. Гасымов, Ј. Г. Әсәдов. Дикенидә $(C_{12}S_8)_{\alpha} \rightleftharpoons x +_2 \rightleftharpoons x \rightleftharpoons \beta$ гурулуш кечидини кинетикасы 20
 Һ. Б. Абдуллајев, С. А. Абасов, Ј. Һ. Рәһимов, В. Ә. Әләкбәров. Механики јүк, електрик саһәси вә бошамаларын биркә тәсири алтында селен әләвәси вурулмуш полиетиленни механики вә електрик, јашама мүддәтинни тәдиги 24

Жарымкечиричиләр вә диелектрикләр физикасы

- Е. Ј. Салајев, Х. Д. Чәлилова, Е. И. Гурбанова, В. Г. Әләкбәров, Е. К. Һүсејнов. Метал $-Pd_{1-x}Sn_x Te$ жарымкечиричиләринни тутум хассәләри 29

Техники физика

- Г. Б. Абдуллајев, Ф. К. Әләскәров, А. И. Грјадунов. Истилик гошмасынни дүз вә һәчми истилик ахынынни риџи модел 34

Биофизика

- Т. М. Һүсејнов, Е. Ј. Јусифов, Ш. В. Мәмәдов, Е. Ш. Мәмәдов, Н. Р. Вәлијева. Гејванларын бәзи тохумаларында селенолун антиоксидләширичи тәсирини хусусијјәтләри 39

Физики кимја

- Ј. Ә. Јарәлијев, Р. Һ. Һүсејнов, Ә. И. Әләкбәров. Јод-јодид системнидә јодун электроредуксиясынын тәдиги 44

Стратиграфија

- Ак. А. Әлизадә, С. А. Әлијев, Ј. И. Катс, К. Ә. Һәмзәјев, Ә. М. Мәмәдәлизадә. Хачинчај вә Тәртәрчај (Кичик Гафгаз) чајлары арасында Дат мәртәбәси һаггында јени мәлуматлар 49

Ихтиолокија

- З. М. Гулијев. Хәзәр дәннзини Аграхан вә Кичик Гызылагач көрфәзләриндә јашајан дил бадығынни Тірса тірса (L.) морфоложи характеристикасы 52

Ботаника

- Х. М. Әлијев. Чәнуби Муғанда похуд әкинләриндә јајылмыш алаг биткиләринни биоложи хусусијјәтләринә анд материаллар 55

Биткиләрин физиолокијасы

- Ә. М. Мәмәдов. Мүхтәлиф торпаг нәмлијини вә фосфорун сојада су режимини бәзи көстәричиләринә вә мәһсулдарлығына тәсири 59

Торпагшүнаслыг

- С. Ә. Әлијев, Ф. Һ. Аббасов. Абшеронун боз-гопур торпагларынын нитратлашма фәаллығы 65

Шәрг тарихи

- Нүшабә Бајрамова. Хәлифә ән-Насирин дини сијасәти 69

Тарих

- Ј. И. Јунусова. XVIII әср Азәрбајчан тарихинә анд бир никилс мәнбәјини мүүллифлик мәсәләсинә даир 73
 З. М. Бунјадов, С. Һ. Бағырова Орта әср енсиклопедијасы Азәрбајчан алимләри һаггында 76
 Азәрбајчан ССР Емләр Академијасындан (әләвә) 81

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

- Т. М. Керимов. О полноте системы собственных и присоединенных функций смешанной краевой задачи для эллиптического уравнения второго порядка 3
 Б. И. Мусаев. Об одном квадратурном процессе для особого интеграла 7
 К. Н. Солтанов. Об одной нелинейной задаче параболического типа 11

Физика

- М. А. Мехтнев. Теория примесных состояний бесщелевых полупроводников 15

Физика полупроводников

- Г. Б. Гасымов, Ю. Г. Асадов. Кинетика структурных превращений $\alpha \rightleftharpoons x + \alpha_2 \rightleftharpoons x \rightleftharpoons \beta$ в дигените— Cu_2S_3 20
(1,2)

- Г. Б. Абдуллаев, С. А. Абасов, Я. Г. Рагимов, В. А. Алекперов. Исследование механической и электрической долговечностей полиэтилена с добавкой селена при одновременном воздействии механической нагрузки, электрического поля и разрядов. 24

Физика полупроводников и диэлектриков

- Э. Ю. Салаев, Э. И. Курбанова, Х. Д. Джалилова, В. Г. Алекперов, Э. К. Гусейнов. Емкостные свойства контактов металл $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$ 29

Техническая физика

- Г. Б. Абдуллаев, Ф. К. Алескеров, А. И. Грядунев. Математическая модель теплового сопряжения плоского и объемного тепловых потоков 34

Биофизика

- Т. М. Гусейнов, Э. Ю. Юсифов, Ш. В. Мамедов, Э. Ш. Мамедов, Н. Р. Велиева. Особенности антиокислительного действия селенола в некоторых тканях животных 39

Физическая химия

- Я. А. Яралнев, Р. Г. Гусейнова, А. И. Алекперов. Исследование электровосстановления йода в системе I_2/I^- 44

Стратиграфия

- А. Али-заде, С. А. Алнев, Ю. И. Кац, Г. А. Гамзаев, А. М. Мамедализаде. Новые данные о присутствии датского яруса в междуречье Хачинчай и Тертерчай (Малый Кавказ) 49

Ихтиология

- З. М. Кулиев. Морфологическая характеристика ливня Аграханского и Малого Кызылагачского заливов Каспийского моря 52

Ботаника

- Х. М. Алнев. Материалы о биологических особенностях некоторых сорняков, встречающихся в посевах нута Южной Мугани 55

Физиология растений

- А. М. Мамедов. Влияние различной влажности почвы и фосфора на некоторые показатели водного режима и продуктивности сои 59

Почвоведение

- С. А. Алнев, Ф. Г. Аббасов. Нитрификационная способность серобурых почв Апшерона 65

История Востока

- Н. Байрамова. Религиозная политика халифа ан-Насира. 69

История

- Л. И. Юнусова. К вопросу об авторстве одного английского источника по истории Азербайджана XVIII в. 73
 З. М. Бунятов, С. Г. Багирова. Сведения об Азербайджанских ученых в средневековой энциклопедии. 76
 От Академии Наук Азербайджанской ССР (приложение) 81

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

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

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

$$R^n, r_{ii}$$

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 (Cc; Kk; Pp; Oo; Ss; Uu; Vv; и т. д.), буквы I(i) и J(j), букву l и римскую единицу 1, а также арабскую цифру 1 и римскую I, (вертикальная черта), 1 и штрих в индексах, l (латинское эль) и e. Прописные буквы подчеркивают карандашом двумя черточками снизу (C), а строчные — сверху (c.)

Следует избегать знаков типа ~ (волна), ⊙, ⊕, ⊗, □, ⊖, ∩, ∪, ∩, ∪ (кр. шки) над и под буквами, а также знаков:

$$h, X, \underline{E}, \oint, \int, \text{€}$$

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 18. 01. 83. Подписано к печати 12. 05. 83, ФГ 10061. Формат бумаги 70×100^{1/16}. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литератур. Печать высокая. Печ. лист 7,17. Уч. изд. лист 6,33. Тираж 660. Заказ 660. Цена. 70 коп.

Издательство „Элм“.

370143 Баку-143, проспект Нариманова, 31, Академгородок, Главное здание
Типография „Красный Восток“ Государственного комитета Азербайджанской ССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Баку, ул. Ази Асланова, 10

[Faint, mostly illegible text on the left page, possibly bleed-through from the reverse side.]

[Faint, mostly illegible text on the right page, possibly bleed-through from the reverse side.]