



ISSN 0002—3078

АЗЕРБАЙДЖАН ССР ЕЛМЛӨР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МӘ'РУЗӘЛӘР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXVII ЧИЛД

1991 • 2

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

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

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

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

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

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

Статьи с просьбой направить их на представление редакцией не принимаются.

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

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

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

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

АЗЕРБАЙДЖАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXVI

П 168

№ 2 Писать разборчиво

Шифр

Автор



«ЕЛМ» НƏШРИЈАТЫ
БАКИ

Акад. АН Азерб. ССР Ф. Г. МАКСУДОВ, О. А. ВЕЛИЕВ

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПЕРАТОРА ДИРАКА С ПЕРИОДИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСНОЗНАЧНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

В работе исследованы спектр, спектральные особенности, а также построено спектральное разложение, отвечающее дифференциальному оператору T , который порождается в пространстве $L^2(-\infty, \infty)$ дифференциальным выражением

$$l(y) = \begin{pmatrix} y_2' + p(x)y_1 \\ -y_1' + r(x)y_2 \end{pmatrix}, \quad y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где $p(x)$ и $r(x)$ — периодические комплекснозначные функции.

1. Пусть T_t — оператор, порожденный в пространстве $L^2_2(0, 1)$ дифференциальным выражением (1) и граничным условием

$$y(1) = e^{it}y(0) \quad (2)$$

В работах [3, 4] доказывается, что спектр оператора T совпадает с объединением спектров операторов T_t ($t \in [0, 2\pi]$) или, другими словами, с множеством корней характеристического уравнения

$$F(\lambda) = 2 \cos t \quad (0 \leq t < 2\pi), \quad (3)$$

где

$$F(\lambda) = \theta_1 + \varphi_2, \quad \theta_1 = \theta_1(1, \lambda), \quad \theta_2 = \theta_2(1, \lambda) \\ \varphi_1 = \varphi_1(1, \lambda), \quad \varphi_2 = \varphi_2(1, \lambda)$$

$$p(x, \lambda) = \begin{pmatrix} \varphi_1(x, \lambda) \\ \varphi_2(x, \lambda) \end{pmatrix}, \quad \theta(x, \lambda) = \begin{pmatrix} \theta_1(x, \lambda) \\ \theta_2(x, \lambda) \end{pmatrix} \text{ — решения уравнения}$$

$$l(y) = \lambda y,$$

удовлетворяющие условиям

$$\theta(0, \lambda) = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \varphi(0, \lambda) = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Положим,

$$\Gamma_n = \{\lambda_n(t) : t \in [0, 2\pi]\}, \quad n = \pm 1, \pm 2, \dots,$$

где $\lambda_n(t)$ — собственное значение оператора T_t , т. е. корень уравнения (3). Тогда очевидно, что

$$S(T) = \bigcup_{n=-\infty}^{\infty} \Gamma_n$$

и концы кривой Γ_n есть $\lambda_n(0)$ и $\lambda_n(\pi)$.

Спектральными особенностями оператора T назовем те точки спектра, в окрестностях которых нарушается равномерная ограничен-

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г. Б. Абдуллаев (главный редактор), М. Т. Аббасов,
Ал. А. Ализаде (зам. главного редактора), Г. А. Алиев, В. Р. Волобуев,
Г. Г. Гасанов, Дж. Б. Гулиев, Н. А. Гулиев, А. И. Гусейнов,
М. З. Джафаров, Ю. М. Сеидов (зам. главного редактора),
Г. Ф. Султанов, А. С. Сумбатзаде, М. А. Топчибашев,
Т. Н. Шахтахтинский, Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

© Издательство „Элм“, 1981 г.

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

ность проекторов $E(\Delta)$, определяемые следующим образом

$$E(\Delta) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma_\varepsilon} (T - \lambda I)^{-1} d\lambda,$$

где

$$\Delta \subset S(T), \quad \Gamma_\varepsilon \subset \rho(T), \quad \Gamma_\varepsilon = \Gamma_\varepsilon^1 \cup \Gamma_\varepsilon^2, \quad \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \Gamma_\varepsilon^i = \Delta \quad (i = 1, 2),$$

Γ_ε^1 и Γ_ε^2 — связные кривые и находятся в разных сторонах Δ . Концы Γ_ε^1 и Γ_ε^2 стремятся к концам кривой Δ при $\varepsilon \rightarrow 0$.

Лемма 1. Проекторы $E(\Delta)$ оператора T равномерно ограничены в окрестности точек $\lambda \neq \lambda_n(0), \lambda_n(\pi)$, т. е. внутренние точки кривой Γ_n не являются спектральными особенностями оператора T .

Обозначим через $\psi_{n,t}(x)$ и $\psi_{n,t}^*(x)$ соответственно нормированные собственные функции операторов T_t и T_t^* .

Положим

$$a_n(t) = (\psi_{n,t}, \psi_{n,t}^*)_{L_2(0,1)}$$

Лемма 2. Пусть $\Delta(\Delta \subset \Gamma_n)$ не содержит двукратных собственных значений операторов T_t .

Тогда

$$\|E(\Delta)\| = \sup_{\lambda_n(t) \in \Delta} \frac{1}{|a_n(t)|}$$

Из лемм 1 и 2 следуют теоремы.

Теорема 1. При $t \neq 0, \pi$ все собственные значения оператора T_t простые, иначе говоря, компоненты спектра Γ_n — аналитические дуги, непересекающиеся друг с другом.

Теорема 2. Для того, чтобы λ было спектральной особенностью оператора T необходимо и достаточно, чтобы λ являлось кратным собственным значением оператора T_0 или T_π и в точке λ оператор T_0 или T_π имел присоединенные функции.

Пусть λ_0 — корень уравнения $F(\lambda) - 4 = 0$ кратности $n(\lambda_0)$. Если λ не корень, то $n(\lambda) = 0$. Аналогичные функции для уравнений

$$\varphi_1(\lambda) = 0, \quad \theta_2(\lambda) = 0, \quad \varphi_2(\lambda) - \theta_1(\lambda) = 0$$

обозначим соответственно через $m_1(\lambda)$, $m_2(\lambda)$, $m_3(\lambda)$.

Положим, $m(\lambda) = \min \{m_i(\lambda)\}$

Теорема 3. Следующие утверждения эквивалентны 1) λ является спектральной особенностью оператора T

$$2) \quad n(\lambda) - m(\lambda) \geq 2$$

$$3) \quad \frac{n(\lambda)}{2} - m(\lambda) > 1$$

2. Обозначим через μ_n нули функции $\frac{dF}{d\lambda}$.

Положим, $t_n = \arccos \frac{1}{2} F(\mu_n)$.

Из известной асимптотики для решений $\theta(x, \lambda)$ и $\varphi(x, \lambda)$ нетрудно получить, что $t_n \rightarrow \pi k$ ($k=0, 1$).

Обозначим через l_ε кривую, которая представлена на рис. 1. Здесь $t_0 \neq 0, \pi$, $t_n \rightarrow \pi k$, $t_n \in l_\varepsilon$. Расстояние от точек l_ε , которые не

принадлежат отрезку $[-\pi + t_0, \pi + t_0]$ соответственно до точек $0, \pi$ меньше, чем ε .

Пусть $f(x)$ — финитная непрерывная функция из $L_2^2(-\infty, \infty)$. Положим

$$f_t(x) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} f(x + \kappa) e^{-ikt}.$$

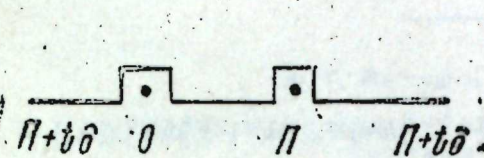


Рис. 1

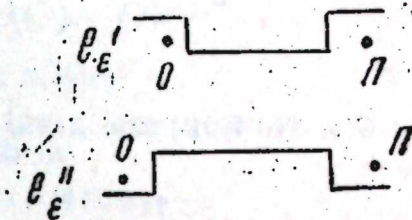


Рис. 2

При $t \in l_\varepsilon$ все собственные значения оператора T_t простые, поэтому имеет место следующая формула

$$f_t(x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n(t) \psi_{n,t}(x),$$

где

$$a_n(t) = (f_t, \psi_{n,t}^*(x))_{L_2^2(0,1)} = (f, \psi_{n,t}^*(x))_{L_2^2(-\infty, \infty)}$$

Отсюда по лемме Гельфанда [2] имеем

$$f(x) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f_t(x) dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f_t(x) dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left(\sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n(t) \psi_{n,t}(x) \right) dt \quad (4)$$

Из формулы (4) точно так же, как в работе [1], получим

$$f(x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{1}{2\pi} \int_{l_\varepsilon} a_n(t) \psi_{n,t}(x) dt. \quad (5)$$

и

$$f(x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{1}{2\pi} \int_{[0, 2\pi]^+} a_n(t) \psi_{n,t}(x) dt, \quad (6)$$

где

$$\int_{[0, 2\pi]^+} a_n(t) \psi_{n,t}(x) dt = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_{l_\varepsilon} a_n(t) \psi_{n,t}(x) dt$$

Нетрудно проверить, что

$$\psi_{n,t}(x) = \frac{\varphi_1 \theta(x, \lambda_n(t)) + (e^{it} \theta_1) \varphi(x, \lambda_n(t))}{\|\varphi_1 \theta(x, \lambda) + (e^{it} - \theta_1) \varphi(x, \lambda)\|_{L_2^2(0,1)}} = \frac{\Phi(x, \lambda_n(t))}{\|\Phi\|}$$

$$\overline{\psi_{n,t}(x)} = \frac{\overline{\varphi_1 \theta(x, \lambda_n(t)) + (e^{-it} - \theta_1) \varphi(x, \lambda_n(t))}}{\|\varphi_1 \theta(x, \lambda) + (e^{-it} - \theta_1) \varphi(x, \lambda)\|} = \frac{\overline{\psi(x, \lambda_n(t))}}{\|\psi\|}$$

$$a_n(t) = \varphi_1 \frac{dF}{d\lambda} \frac{1}{\|\Phi\| \|\psi\|}, \quad \frac{dt}{d\lambda} = - \frac{\frac{dF}{d\lambda}}{\sqrt{4 - F^2(\lambda)}}$$

Из этих формул и из (5) получим

$$f(x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{1}{2\pi} \left(\int_{\lambda_n(I_1)} + \int_{\lambda_n(I_2)} \right) C(x, \lambda) \frac{1}{p(\lambda)} d\lambda + \\ + \frac{i}{2} \left(\int_{\lambda_n(I_1)} - \int_{\lambda_n(I_2)} \right) (h(\lambda) \theta(x, \lambda) - \varphi(x, \lambda) g(\lambda)) d\lambda, \quad (7)$$

где

$$C(x, \lambda) = \theta_2 h(\lambda) \varphi(x, \lambda) + \frac{1}{2} (\theta_1 - \varphi_2) [h(\lambda) \theta(x, \lambda) + g(\lambda) \varphi(x, \lambda)] -$$

$$- \varphi_1 g(\lambda) \theta(x, \lambda), \quad p(\lambda) = \sqrt{4 - F^2(\lambda)}$$

$$h(\lambda) = (f, \overline{\varphi(x, \lambda)})_{L^2(-\infty, \infty)}, \quad g(\lambda) = (f, \overline{\theta(x, \lambda)})$$

$$\lambda_n(I_1) = \{\lambda_n(t) : t \in I_1\}, \quad \lambda_n(I_2) = \{\lambda_n(t) : t \in I_2\}$$

I_1 и I_2 — кривые, представленные на рис. 2.

Если оператор T не имеет спектральной особенности, то

$$f(x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} a_n(t) \psi_{n,t} dt = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma_n} C(x, \lambda) \frac{1}{p(\lambda)} d\lambda.$$

Но, вообще говоря, оператор T может иметь бесконечное число спектральных особенностей λ^k .

Обозначим

$$B_{k,j}(\lambda) = \begin{cases} (\lambda - \lambda^k)^j, & |\lambda - \lambda^k| < \delta \\ 0, & |\lambda - \lambda^k| > \delta \end{cases}$$

$$l_k = \left[\frac{n(\lambda^k)}{2} \right], \quad \text{где } \left[\frac{n(\lambda^k)}{2} \right] \text{ означает целую часть } \frac{n(\lambda^k)}{2}$$

$$BC(\lambda) = \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{j=0}^{l_k-1} B_{k,j}(\lambda) C^{(j)}(\lambda^k), \quad K_n = \{k, \lambda^k \in \Gamma_n\}$$

$$M_k^n(x) = \frac{1}{2\pi} \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \left\{ \left(\int_{\lambda_n(I_1)} + \int_{\lambda_n(I_2)} \right) \left(\sum_{j=0}^{l_k-1} B_{k,j}(\lambda) C^{(j)}(x, \lambda^k) \right) \frac{d\lambda}{p(\lambda)} \right\}$$

Из (7) получим

Теорема 4. Для каждой финитной непрерывной функции f из $L^2(-\infty, \infty)$ имеет место следующее спектральное разложение

$$f(x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \left\{ \frac{1}{2\pi} \int_{\Gamma_n} B(\theta_2 h(\lambda) \varphi(x, \lambda) + \frac{1}{2} (\theta_1 - \varphi_2) [\theta(x, \lambda) h(\lambda) + \right. \\ \left. + g(\lambda) \varphi(x, \lambda)] - \varphi_1 g(\lambda) \theta(x, \lambda)) \frac{1}{p(\lambda)} d\lambda + \sum_{k \in K_n} M_k^n(x) \right\} \quad (8)$$

Ряд в формуле (8) сходится по норме $L^2(a, b)$.

Литература

1. Велнев О. А. ДАН СССР, 250, 6, 1292—1296, 1980. 2. Гельфанд. ДАН СССР, 73, 6, 1117—1120, 1950. 3. Mc. Carvey D. J. of math. analysis and appl., 11, 1965, 564—596. 4. Рофе-Бекетов Ф. С. ДАН СССР, 152, 6, 1312—1315, 1963.

Институт математики и механики

Поступило 4. VII 1980

Ф. Г. Максудов, О. А. Вэлиев

ПЕРИОДИК КОМПЛЕКС ЭМСАЛЛЫ ДИРАК ОПЕРАТОРУНУН СПЕКТРАЛ АНАЛИЗИ

Мэгалэдэ $L^2(-\infty, \infty)$ фэзасында

$$I(y) = \begin{cases} y_2 + p(x) y_1 \\ -y_1 + r(x) y_2 \end{cases}, \quad y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}$$

дифференциал ифадэсинин төрөтди T дифференциал операторууну спектри, спектрал мэхсусијјэти тэдгиг едилмиш, һэм дэ о оператора чаваб верэн спектрал ажрылыш верилмишдир.

Бурада $p(x)$ вэ $r(x)$ периодик комплекс функцијалардыр.

F. G. Maksudov, O. A. Veliev

SPECTRAL ANALYSIS OF DIRAC OPERATOR WITH PERIODIC COMPLEX-VALUED COEFFICIENTS

In the paper a spectrum, spectral singularities are investigated and a spectral expansion is also constructed responding to differential operator T which is generalised in the space $L^2(-\infty, \infty)$ by a differential expression

$$I(y) = \begin{cases} y_2 + p(x) y_1 \\ -y_1 + r(x) y_2 \end{cases}, \quad y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}$$

where $p(x)$ and $r(x)$ — periodic complex-valued functions.

А. Д. ОРУДЖЕВ

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОДНОГО КЛАССА НЕСАМОСОП- РЯЖЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА

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

Работа посвящена изучению дифференциального оператора L порожденного дифференциальным выражением

$$l(y) = (-1)^m y^{(2m)} + \sum_{\gamma=0}^{2m-2} p_{\gamma}(x) y^{(\gamma)} \quad (1)$$

в пространстве $L_2(-\infty, \infty)$ в предположении, что коэффициентные функции равны

$$p_{\gamma}(x) = \sum_{n=1}^{\infty} p_{\gamma n} \exp(i\alpha_n x), \quad (2)$$

где множество $G = \{\alpha_n\}$ обладает тем свойством, что если $\alpha_n, \alpha_s \in G$, то $\alpha + \alpha_s \in G$ и $0 < \alpha_1 < \alpha_2 < \dots < \alpha_n < \dots$, $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_n = \infty$ и ряд

$$\sum_{\gamma=0}^{2m-2} \sum_{n=1}^{\infty} |p_{\gamma n}| \alpha_n^{\gamma} = p \quad (3)$$

сходится. Оператор L является несамосопряженным и будет самосопряженным только в тривиальном случае при $p_{\gamma}(x) \equiv 0$, $\gamma = 0, 1, \dots, 2m-2$. Оказывается, что спектр оператора L является непрерывным и заполняет полуось $[0, \infty)$, а на непрерывном спектре могут быть спектральные особенности (первого порядка) в смысле М. А. Наймарка [2], которые совпадают с числами вида $(\alpha_n/2)^{2m}$, $n = 1, 2, \dots$.
Случай $\alpha_n = n$, $n = 1, 2, \dots$ изучен М. Г. Гасымовым в работе [1].

1. Предварительные замечания и обозначения. Пусть

$$\omega_j = \exp(i\pi j/m), \quad \kappa_{nj} = \frac{\omega_n}{\omega_j - 1}, \quad j = 1, 2, \dots, 2m-1; \quad n = 1, 2, \dots$$

$$\frac{(\alpha_s + \kappa)^{2m} - \kappa^{2m} - (\alpha_s + \kappa_{nj})^{2m} + \kappa_{nj}^{2m}}{\alpha_n + \kappa(1 - \omega_j)} = \sum_{\gamma=0}^{2m-2} C_{j\gamma}(n, s) \kappa^{\gamma},$$

$$\frac{(\alpha_s + \kappa)^{\gamma} - (\alpha_s + \kappa_{nj})^{\gamma}}{\alpha_n + \kappa(1 - \omega_j)} = \sum_{\gamma=0}^{\gamma-1} C_{j\gamma}(n, s, \gamma) \kappa^{\gamma}$$

$$j = 1, 2, \dots, 2m-1; \quad \gamma = 1, 2, \dots, 2m-1.$$

Лемма. Если $n=s$, то

$$C_{j\gamma}(s, s) = C_{j\gamma} \alpha_s^{2m-\gamma-1},$$

где числа $C_{j\gamma}$ определяются из следующих соотношений

$$C_{j,0} = 1$$

$$C_{j\gamma} + (1 - \omega_j) C_{j,\gamma-1} = C_{j,2m}^{\gamma}, \quad \gamma = 1, 2, \dots, 2m-2$$

$$(1 - \omega_j) C_{j,2m-2} = 2m$$

и определитель A матрицы, составленной из $C_{j\gamma}$, $j=1, 2, \dots, 2m-1$, $\gamma=0, 1, 2, \dots, 2m-2$ отличен от нуля.

2. Об одном частном решении уравнения $l(y) = \kappa^{2m} y$. Рассмотрим дифференциальное уравнение

$$(-1)^m y^{(2m)} + \sum_{\gamma=0}^{2m-2} p_{\gamma}(x) y^{(\gamma)} = \kappa^{2m} y \quad (4)$$

Имеет место

Теорема 1. Пусть выполняются условия (2), (3). Тогда дифференциальное уравнение (4) имеет частное решение, представимое в виде

$$f(x, \kappa) = \exp(ikx) + \sum_{s=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{2m-1} \sum_{n=1}^s \frac{V_{ns}^{(j)}}{\alpha_n + \kappa(1 - \omega_j)} \exp(i\alpha_s x + ikx), \quad (5)$$

где числа $V_{ns}^{(j)}$ определяются через $\{p_{\gamma t}\}$ с помощью рекуррентных формул

$$[(\alpha_s + \kappa_{nj})^{2m} - \kappa_{nj}^{2m}] V_{ns}^{(j)} + \sum_{\gamma=0}^{2m-2} (i)^{\gamma} \sum_{c=n+1}^s \sum_{\substack{t+r=c \\ r>n}} p_{\gamma t} V_{nr}^{(j)} (\alpha_r + \kappa_{nj})^{\gamma} = 0 \quad (6)$$

при $s = 2, 3, \dots; n = 1, 2, \dots, s-1; j = 1, 2, \dots, 2m-1$ и

$$(i)^{\gamma} p_{\gamma s} + \sum_{j=1}^{2m-1} \sum_{n=1}^s C_{j\gamma}(n, s) V_{ns}^{(j)} + \sum_{\gamma=\gamma+1}^{2m-2} (i)^{\gamma} \sum_{c=2}^s \sum_{\substack{t+r=c \\ j=1 \\ n=1}}^{2m-1} p_{\gamma t} \sum_{n=1}^r C_{j\gamma}(n, r, \gamma) V_{nr}^{(j)} = 0 \quad (7)$$

где знак $\sum'$ показывает, что сумма берется по тем значениям t и r , для которых $\alpha_t + \alpha_r = \alpha_s$, а ряды

$$\sum_{s=1}^{\infty} \left| \sum_{j=1}^{2m-1} \sum_{n=1}^s \frac{V_{ns}^{(j)}}{\alpha_n + \kappa(1 - \omega_j)} \right|, \quad \alpha_s \rightarrow \infty \quad (8)$$

сходятся при $\beta = 0, 1, \dots, 2m$ и $\kappa \neq \frac{\alpha_n}{\omega_j - 1}$. Если F — компакт, не содержащий ни одну из точек κ_{nj} , то при $\beta = 0, 1, \dots, 2m-1$ эти ряды сходятся равномерно относительно κ в F .

Замечание. Из теоремы 1 вытекает, что $f(x, \kappa)$ является мероморфной функцией в плоскости κ и может иметь полюсы первого порядка в точках вида $\kappa = \frac{\alpha_n}{\omega_j - 1}$, $n = 1, 2, \dots; j = 1, 2, \dots, 2m-1$.

Легко доказывается следующая

Теорема 2. Функции $f(x, \kappa_{sj})$, $s = 0, 1, 2, \dots, 2m-1$ образуют фундаментальную систему решений уравнения (4) при $\kappa \neq 0$, $\kappa \neq \kappa_{nj}$, где $\kappa_{nj} = \kappa_{nj} \omega_s^{-1}$, $j = 1, 2, \dots, 2m-1; s = 0, 1, \dots, 2m-1$.

$n=1, 2, \dots$, и их вронскиан равен

$$W(\kappa) = (i\kappa)^{m(2m-1)} W,$$

где

$$W = \begin{vmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ \omega_1 & \omega_2 & \dots & \omega_{2m-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \omega_1^{2m-2} & \omega_2^{2m-2} & \dots & \omega_{2m-1}^{2m-2} \end{vmatrix} \neq 0$$

3. О спектре оператора L . Рассмотрим дифференциальное уравнение, полученное транспонированием уравнения (4)

$$(-1)^m z^{(2m)} + \sum_{\gamma=0}^{2m-2} (-1)^\gamma (p_\gamma(x) z)^{(\gamma)} = \kappa^{2m} z \quad (9)$$

Тогда по теореме 1 уравнение (9) имеет решение $\varphi(x, \kappa)$, представимое в виде

$$\varphi(x, \kappa) = \exp(-i\kappa x) + \sum_{s=1}^{\infty} \sum_{j=1}^{2m-1} \sum_{n=1}^s \frac{R_{ns}^{(j)}}{\alpha_n - \kappa(1 - \omega_j)} \exp(i\alpha_n x - i\kappa x) \quad (10)$$

Заметим, что если $\kappa \neq \kappa_{njs}$ и $\arg \kappa \in (0, \pi/m)$, то

$\varphi(x, \kappa_{0s}) \in L_2(-\infty, 0)$, $f(x, \kappa_{0s}) \in L_2(0, \infty)$ при $s=0, 1, \dots, m-1$ и $\varphi(x, \kappa_{ms}) \in L_2(0, \infty)$, $f(x, \kappa_{ms}) \in L_2(-\infty, 0)$ при $s=m, m+1, \dots, 2m-1$.

С помощью этих решений при любом κ из сектора $S_m = \{\kappa: 0 < \arg \kappa < \pi/m\}$ $\kappa \neq \kappa_{njs}$, $j=1, 2, \dots, 2m-1$; $s=1, 2, \dots, 2m-1$, $n=1, 2, \dots$ можно построить ядро $R(x, \xi, \kappa)$ оператора $(L - \kappa^{2m} E)^{-1}$. Оказывается, что

при $\kappa \in S_m$, $\kappa \neq \kappa_{njs}$

$$R(x, \xi, \kappa) = \frac{1}{2m\kappa^{2m-1}} \begin{cases} \sum_{s=0}^{m-1} \omega_s f(x, \kappa_{0s}) \varphi(\xi, \kappa_{0s}), & \xi < x \\ - \sum_{s=m}^{2m-1} \omega_s f(x, \kappa_{ms}) \varphi(\xi, \kappa_{ms}), & \xi > x \end{cases} \quad (11)$$

Из (11) вытекает следующая

Теорема 3. Оператор L имеет чисто непрерывный спектр, который заполняет полуось $[0, \infty)$. На непрерывном спектре могут быть однократные спектральные особенности в точках вида $(\sigma_n/2)^{2m}$, $n=1, 2, \dots$.

Теорема доказывается тем же методом, что и в работе [1].

В заключение выражаю благодарность проф. М. Г. Гасимову за ценные советы.

Литература

1. Гасимов М. Г. ДАН СССР, т. 252, № 2, 277, 1980. 2. Наймарк М. А. Линейные дифференциальные операторы. Наука, М., 1969.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 23. VI 1980

Э. Д. Оручов

БИР СИНИФ ЛУКСАК ТЭРТИБЛИ ӨЗ-ӨЗҮНЭ ГОШМА ОЛМАЖАН ДИФЕРЕНЦИАЛ ОПЕРАТОРЛАРЫН СПЕКТРАЛ ТЭҮЛИЛИ

Мэгалэда санки периодик эмсаллы $2n$ тэртибли диференциал операторун резольвенты нэ спектри тэдгиг едилишидир.

A. D. Orujov

THE SPECTRAL ANALYSIS OF THE ONE-CLASS NONSELF-ADJOINED DIFFERENTIAL OPERATORS OF HIGH ORDER

In this paper the resolvent and the spectrum of nonself-adjointed differential operator of $2n$ order with an almost periodical coefficient are investigated.

Э. А. ГАСЫМОВ

К ТЕОРИИ СМЕШАННЫХ ЗАДАЧ НА СОПРЯЖЕНИЕ РАЗНОТИПНЫХ СИСТЕМ

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

Рассмотрим задачу нахождения решения системы

$$D_i^1 u_i(x, t) - \sum_{n=0}^{x(i)} \sum_{m=0}^{2-n} a_{in}^{(m)}(x) D_x^m D_i^1 u_i(x, t) = f_i(x, t) \quad (1)$$

$$(x, t) \in G_{iT} \quad (i = 1, 2),$$

при граничных условиях

$$\sum_{i=1}^2 \sum_{j=0}^{x(i)} \sum_{m=0}^{2-n} a_{ijm}^{(m)} D_x^m D_i^1 u_i(x, t)|_{x=a(i, v)} = \varphi(t) \quad t \in T_1, \quad (2)$$

и начальных условиях

$$D_i^1 u_i(x, t)|_{t=0} = \Phi_{in}(x) \quad x \in Q_i \quad (n = 0, i = 1; i = 1, 2), \quad (3)$$

где $Q_{iT} = Q_i \times T_i$; $Q_i = (a(i, 1), a(i, 2))$, $T_i = (0, T)$ — ограниченные интервалы; $\delta(1) = 0$; $a_{in}^{(m)}(n = 0, \delta(i); m = 0, 2-n)$ — квадратные матрицы порядка $r(i)$; $f_i, \Phi_{in}(n = 0, i = 1)$, u_i — столбцы размера $r(i)$; φ — столбец размера $q = 2[r(1) + r(2)]$; $a_{ijm}^{(m)}(j = 0, x(i); m = 0, \sigma(i, j); v = 1, 2)$ — постоянные матрицы размеров $q \times r(i)$; $\delta(2), \sigma(i, j)(j = 0, x(i))$ — или 0 или 1; $x(i)$ — неотрицательные целые числа $\leq i$; $r(i)$ — натуральные числа.

Данные, входящие в задачу (1)–(3), определены в замыканиях вышеуказанных областей.

Предположим, что выполняются условия 1°–5°.

1°. Система (1) при $i = 1$ является параболической в смысле И. Г. Петровского.

2°. Матрицы $a_{i0}^{(2)}(x)$ ($i = 1, 2$) при $x \in \bar{Q}_i$ обратимы и функции $\theta_{2j}(x) x \in \bar{Q}_2 (j = 1, 2r(2))$ вещественны и отличны от нуля, где $\theta_{ij}(x) (j = 1, 2r(i))$ есть корни уравнения

$$\det \{ b_i(x) - \theta \delta(i) b_i(x) a_{i0}^{(2-\delta(i))}(x) - \theta^2 E \} = 0 \quad x \in \bar{Q}_i \quad (i = 1, 2), \quad (4)$$

причем b_i — матрица, обратная $a_{i0}^{(2)}$ и E — единичная матрица соответствующего размера,

3°. $\Phi_{in} \in L(Q_i) (n = 0, i = 1)$, $f_i \in L(G_{iT})$, $\varphi \in P(T_1)$, $D_x^k \delta(2) \Phi_{20} \in L(Q_2) (k = 0, 1)$, $a_{in}^{(m)} \in C(\bar{Q}_i) (n = 0, \delta(i); m = 0, 2-n)$, $b_i \in C^2(\bar{Q}_i)$, $a_{ijm}^{(m)} \in C^{(2)}(\bar{Q}_2) (m = 0, 2-\delta(2))$, $\theta_{ij} \in C^2(\bar{Q}_i) (j = 1, 2r(i))$, и далее, если $x(i) \geq 1$, то вектор-функции $\Phi_{ij-1-n} (n = 0, j = 1)$ имеют непрерывные производные порядка $\sigma(i, j) (1 \leq j \leq x(i))$ в некоторой зам-

кнутой окрестности точки $a(i, 1), a(i, 2)$, где всюду $i = 1, 2$.

$$4°. \text{ Системы } L_i \{x, \lambda, y_i(x, \cdot)\} \equiv \sum_{n=0}^{x(i)} \sum_{m=0}^{2-n} \lambda^n a_{in}^{(m)}(x) D_x^m y_i(x, \cdot) -$$

— $\lambda^i y_i(x, \cdot) = 0 \quad x \in \bar{Q}_i (i = 1, 2)$ имеют фундаментальные системы частных решений $y_{ij}(x, \lambda) (j = 1, 2r(i))$, которые со своими производными первого порядка при $\lambda \in \Pi_R = \{\lambda: \operatorname{Re} \lambda \geq R\}$ допускают асимптотические представления

$$D_x^n y_{ij}(x, \lambda) = (V\lambda)^{in} \exp \left[(V\lambda)^i \int_{a(i, 1)}^x \theta_{ij}(\xi) d\xi \right] \left\{ \sum_{n=0}^{S(i)} (V\lambda)^{-in} W_{in}^{ij}(x) + \right.$$

$$\left. + (V\lambda)^{-i(1+S(i))} \varepsilon \right\} \quad x \in \bar{Q}_i (n = 0, 1; j = 1, 2r(i); i = 1, 2), \quad (5)$$

где $W_{in}^{ij} \in C(\bar{Q}_i)$, $W_{in}^{ij} \in C^{2-m}(\bar{Q}_i) (m, n = 0, 1; j = 1, 2r(i))$, $S(i)$ — некоторые неотрицательные целые числа (см. замечание 1), причем здесь и в дальнейшем считается, что R достаточно большое положительное число*.

Из 1°–3° следует, что при подходящей нумерации θ_{ij} выполняется**

$$\operatorname{Re} [V\lambda^{-1} \theta_{ij}(x)] \geq \varepsilon \sqrt{|\lambda|} x \in \bar{Q}_1 (j = 1, r(1)), \theta_{1r(1)+j} = -\theta_{1j} (j = 1, r(1));$$

$$\theta_{2j}(x) \operatorname{sign} \left(d - j + \frac{1}{2} \right) > 0 \quad x \in \bar{Q}_2 (j = 1, 2r(2)),$$

где ε — некоторая положительная постоянная, d — количество положительных корней уравнения (4) при $i = 2$.

Положим $U_{11}[\lambda, y_{1j}(x, \lambda)] = M_{1j}(\lambda)$, $U_{12}[\lambda, y_{1j}(x, \lambda)] = \exp[(V\lambda)^i \times$

$$\times \omega_{ij}] N_{ij}(\lambda) (j = 1, 2r(i); i = 1, 2), \pi_0(\lambda) = \det \{ N_{11}(\lambda) \dots N_{1r(1)}(\lambda) \times$$

$$M_{1r(1)+1}(\lambda) \dots M_{12r(1)}(\lambda) N_{21}(\lambda) \dots N_{2d}(\lambda) M_{2d+1}(\lambda) \dots M_{22r(2)}(\lambda) \},$$

$$\text{где } \omega_{ij} = \int_{a_i} \theta_{ij}(\xi) d\xi, U_{1v}[\lambda, y(x, \cdot)] \equiv \sum_{n=0}^{x(i)} \sum_{m=0}^{2-n} \lambda^n a_{in}^{(m)} D_x^m y(x, \cdot)|_{x=a(i, v)}.$$

Разлагая определитель $\pi_0(\lambda)$, имеем

$$\pi_0(\lambda) = B_K (V\lambda)^K + \dots + B_{K-m} (V\lambda)^{K-m} + \varepsilon (V\lambda)^{K-m-1},$$

где K — наивысшая степень $V\lambda$, m — некоторое неотрицательное целое число.

Кстати заметим, что число m , входящее в асимптотическое представление $\pi_0(\lambda)$, можно выбрать достаточно большим, если числа $S(1), S(2)$, входящие в (5), достаточно большие.

5°. Хотя бы одно из чисел $B_K, B_{K-1}, \dots$, отлично от нуля.

Пусть B_r есть первое отличное от нуля число в последовательности $B_K, B_{K-1}, \dots$.

Замечание 1. Целесообразно в (5) из чисел $S(1), S(2)$, при которых для $\pi_0(\lambda)$ имеет место представление $\pi_0(\lambda) = B_r (V\lambda)^r + \varepsilon (V\lambda)^{r-1}$, выбрать наименьшее.

* Здесь и в дальнейшем буква ε обозначает вектор-функцию вида $f(x, \lambda)$, где $|f(x, \lambda)| \leq C$ при $x \in \bar{Q}_i, \lambda \in \Pi_R$ и некоторых постоянных C и R (через $|f|$ обозначены суммы всех модулей элементов вектора f).

** В данной работе везде $\lambda \in \Pi_R$, поэтому область изменения λ в дальнейшем указываться не будет.

Определение 1. Будем говорить, что решение задачи (1)–(3) обладает классическим свойством, если вследствие приложения интегрального преобразования $K[\lambda, \psi(x, t)] = \int_0^t \exp(-\lambda\tau) \psi(x, \tau) d\tau$ к (1)–

–(3) при $t \in T_1$ переход от рассматриваемой задачи к задаче $L_1[x, \lambda, K[\lambda, u_i(x, t)]] = p_i(x, t, \lambda) + z_i(x, t, \lambda)$ $x \in \Omega_i$ ($i = 1, 2$), (6) при граничных условиях

$$\sum_{i=1}^2 U_i[\lambda, K[\lambda, u_i(x, t)]] = \gamma_1(\lambda, t) + \exp(-\lambda t) \gamma_2(\lambda, t), \quad (7)$$

где

$$U_i[\lambda, y(x, \cdot)] = \sum_{j=1}^2 U_{ij}[\lambda, y(x, \cdot)], \quad p_i(x, t, \lambda) = - \sum_{j=0}^{i-1} \lambda^j \Phi_{i-1-j}(x) -$$

$$- \int_0^t \exp(-\lambda\tau) f_i(x, \tau) d\tau + \sum_{n=0}^{2-i(i)} a_{i0(i)}^{(m)}(x) D_x^m \delta(i) \Phi_{i0}(x),$$

$$z_i(x, t, \lambda) = \exp(-\lambda t) \left[\sum_{j=0}^{i-1} \lambda^j D_i^{i-1-j} u_i(x, t) - \right.$$

$$\left. - \sum_{m=0}^{2-i(i)} a_{i0(i)}^{(m)}(x) D_x^m \delta(i) u_i(x, t) \right], \quad \gamma_2(\lambda, t) =$$

$$= \sum_{i=1}^2 \sum_{1 < j < i(i)} \sum_{m=0}^{\sigma(i,j)} \alpha_{jm}^{iv} \sum_{n=0}^{j-1} \lambda^n \times D_x^m D_i^{i-1-n} u_i(x, t) |_{x=a(i,v)},$$

$$\gamma_1(\lambda, t) = \int_0^t \exp(-\lambda\tau) \varphi(\tau) d\tau +$$

$$+ \sum_{i=1}^2 \sum_{1 < j < i(i)} \sum_{m=0}^{\sigma(i,j)} \alpha_{jm}^{iv} \sum_{n=0}^{j-1} \lambda^n D_x^m \Phi_{ij-1-n}(x) |_{x=a(i,v)},$$

закономерен*. Кроме того, вектор-функции $D_x \int_0^t \exp(-\lambda\tau) u_i(x, \tau) d\tau$

$D_i^{i-1} u_i(x, t)$, $D_x u_i(x, t)$ — абсолютно непрерывны по $x \in \bar{\Omega}_i$ при каждом $t \in T_1$, а вектор-функция $u_i(x, t)$ абсолютно непрерывна по $t \in \bar{T}_1$ при каждом $x \in \Omega_i$; $i = 1, 2$.

Обозначим через $\Delta^n(\lambda)$ алгебраическое дополнение элемента с индексом (vn) в определителе

$$\Delta(\lambda) = \det \{ N_{11}(\lambda) \dots N_{1r(1)}(\lambda) M_{1r(1)+1}(\lambda) \dots M_{12r(i)}(\lambda) N_{21}(\lambda) + \\ + \exp(-\lambda\omega_{21}) M_{21}(\lambda) \dots N_{2d}(\lambda) + \exp(-\lambda\omega_{2d}) M_{2d}(\lambda) M_{2d+1}(\lambda) + \\ + \exp(\lambda\omega_{2d+1}) N_{2d+1}(\lambda) \dots M_{22r(2)}(\lambda) + \exp(\lambda\omega_{22r(2)}) N_{22r(2)}(\lambda) \}.$$

Разлагая определитель $\Delta(\lambda)$, имеем

$$(\sqrt{\lambda})^{-r} \Delta(\lambda) = (\sqrt{\lambda})^{-r} \pi_0(\lambda) + \sum_{m=1}^{2r(2)} \sum_{1 < j(1) < \dots < j(m) < 2r(2)} \pi_{j(1) \dots j(m)}(\lambda) \times$$

* Задачу (6), (7) будем называть спектральной задачей, соответствующей задаче (1)–(3).

$$\times \exp \left[\lambda \sum_{i=1}^m W_{j(i)} \right], \text{ где } W_j = \omega_j \operatorname{sign} \left(j - d - \frac{1}{2} \right) (j = \overline{1, 2r(2)}).$$

Введем обозначения

$$P_{m, v}^{ij}(\lambda) = \begin{cases} \sum_{n=1}^q M_{jv}^{(n)}(\lambda) \Delta^{-1}(\lambda) \Delta^{n(i-1)2r(1)+m}(\lambda) & \text{при } v = \overline{1, q_1}, \\ - \sum_{n=1}^q \Lambda_{jv}^{(n)}(\lambda) \Delta^{-1}(\lambda) \Delta^{n(i-1)2r(1)+m}(\lambda) & \text{при } v = \overline{q_1+1, 2r(j)}, \end{cases}$$

где $M_{jv}^{(n)}$, $\Lambda_{jv}^{(n)}$ есть n -е компоненты векторов M_j и Λ_j , соответственно, $m = \overline{1, 2r(i)}$; $i, j = 1, 2$; $q_1 = r(1)$; $q_2 = d$.

Определение 2. Будем говорить, что граничные условия

$$\sum_{i=1}^2 U_i[\lambda, u_i(x, \cdot)] = 0, \quad (8)$$

регулярны, если

$$I. \pi_{j(1) \dots j(m)}(\lambda) = C_{j(1) \dots j(m)} + \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \varepsilon (m = \overline{1, 2r(2)}; 1 \leq j(1) < \dots < j(m) \leq 2r(2));$$

$$II. |P_{m, v}^{ij}(\lambda)| \leq C \sqrt{|\lambda|} (v = \overline{1, 2r(j)}; m = \overline{1, 2r(2)}; j = 1, 2);$$

III. для каждого $i = \overline{1, q}$, при котором $\gamma_{2i}(\lambda, t)$ (по λ) тождественно не равно нулю, справедливо*

$$|\Delta^{-1}(\lambda) \Delta^{i2r(1)+m}(\lambda)| \leq C |\lambda|^{-\frac{1}{2}-n_i} (m = \overline{1, 2r(2)}),$$

где $C_{j(1) \dots j(m)}$ — некоторые константы, γ_{2i} есть i -ая компонента вектора γ_2 , n_i — степень (по λ) многочлена γ_{2i} .

Теорема 1. Пусть выполняются ограничения I° – V° и граничные условия (8) регулярны.

Тогда, если задача (1)–(3) имеет решение, обладающее классическим свойством, то такое решение единственно и оно представляется формулой

$$u_i(x, t) = \frac{1}{2\pi\sqrt{-1}} \int_{L_a} \exp(\lambda t) \{ \delta_i[x, \lambda, \gamma_1(\lambda, t)] + \sum_{j=1}^2 \int_{\bar{\Omega}_j} G_{ij}(x, \xi, \lambda) \times \\ \times b_j(\xi) p_j(\xi, t, \lambda) d\xi \} d\lambda \quad (x, t) \in Q_{iT} (i = 1, 2), \quad (9)$$

где δ_i ($i = 1, 2$) — решение задачи (6), (7) при $p_i \equiv 0$, $z_i \equiv 0$, $\gamma_2 \equiv 0$; G_{ij} — матрицы Грина спектральной задачи при $\gamma_i \equiv 0$ ($i = 1, 2$) (т. е. выражения в фигурных скобках есть решение задачи (6), (7) при $z_i \equiv 0$ ($i = 1, 2$), $\gamma_2 \equiv 0$), a — некоторое число $> R$, причем интеграл по прямым $L_a = (a - \sqrt{-1} \infty, a + \sqrt{-1} \infty)$ понимается в смысле главного значения, т. е. как предел интеграла вдоль отрезка $(a - \sqrt{-1} b, a + \sqrt{-1} b)$ при $b \rightarrow \infty$.

Натуральные числа i ($i = \overline{1, q}$) делим на два класса: к первому классу относим те i , для которых выполняются неравенства $|\Delta^{-1}(\lambda) \Delta^{i2r(1)+m}(\lambda)| \leq C \sqrt{|\lambda|} (m = \overline{1, 2r(2)})$; а остальные i относим ко

* Здесь и в дальнейшем через C обозначаются различные константы.

второму классу. Числа i ($i = \overline{1, q}$), входящие в первый и второй классы обозначим через $m_1, \dots, m_\sigma$ и $m_{\sigma+1}, \dots, m_q$ соответственно.

Из регулярности граничных условий (8) следует, что существуют такие числа $q(i, j)$, $l(j, i)$, для которых выполняются следующие неравенства*:

$$|P_{m, i}^{ij}(\lambda)| \leq C |\lambda|^{q(i, j)} (m = \overline{1, 2r}(i); v = \overline{1, 2r}(j); i, j = \overline{1, 2}),$$

$$|\Delta^{-1}(\lambda) \Delta^{m_j(i-1)r(i)+n}(\lambda)| \leq C |\lambda|^{l(j, i)} (n = \overline{1, 2r}(i); j = \overline{1, \sigma}; i = \overline{1, 2}),$$

причем $q(2, j)$ ($j = \overline{1, 2}$) и $l(j, i)$ ($j = \overline{1, \sigma}; i = \overline{1, 2}$) не больше $\frac{1}{2}$.

Обозначим через μ_n , h_j наименьшие неотрицательные целые числа, для которых выполняются неравенства:

$$\mu_n \geq \max_{i=1,2} \left\{ q(i, n) + \frac{1}{2} [ie(i) - (-1)^n] \right\}$$

$$(n = \overline{1, 2}); h_j \geq \max_{i=1,2} \left\{ l(j, i) + \frac{1}{2} [3 + ie(i)] \right\} (j = \overline{1, \sigma}),$$

где $e(i) = \max \{2; (3-i) \times (i) + \sigma(i, \times(i))\}$.

Положим,

$$\max \{i-1+e(i); 1+\mu_i\} = v(i) (i = \overline{1, 2}); m(i, \kappa) = \kappa + \max \{4-i+e(i); (3-i)\mu_i+1\} (\kappa = 0, i = \overline{1, 2}); d(i, \kappa) = m(i, 0) - (3-i)(1+\kappa) (\kappa = \overline{0, v(i)-2}; i = \overline{1, 2}).$$

Предположим, что

$$6^\circ. S(i) = \max \{e(i) + 2 - i; (3-i)\mu_i\}; b_i, \theta_{ij} \in C^{1+S(i)}(\overline{\Omega}_i) (j = \overline{1, 2r}(i)); W_{v_n}^{ij} \in C^{1+S(i)}(\overline{\Omega}_i) (j = \overline{1, 2r}(i); n = \overline{0, 1}; v = \overline{0, S(i)}); a_{20}^{(n)} \in C^{m(2,0)-1}(\overline{\Omega}_2) (n = \overline{0, 2});$$

$$7^\circ. \varphi_{m_j}(t) \equiv 0 \quad t \in [0, T] \quad (j = \overline{\sigma+1, q}); \varphi_{m_j} \in C_0^{h_j}[0, T] \quad (j = \overline{1, \sigma}) \quad \phi_{in} \in C_{00}^{m(i, i-1-n)}(\overline{\Omega}_i) (n = 0, i = \overline{1, 2}); f_i \in C^{1, v(i)}(\overline{Q}_{iT}); D_i^n f_i(x, 0) \in C_{00}^{d(i, n)}(\overline{\Omega}_i) (n = \overline{0, v(i)-1}); где всюду** $i = \overline{1, 2}$.$$

Теорема 2. Пусть выполняются ограничения $1^\circ-7^\circ$ и граничные условия (8) регулярны.

Тогда задача (1)-(3) имеет единственное решение, обладающее классическим свойством. Это решение представляется формулой (9). Кроме того, для u_i ($i = \overline{1, 2}$), определяемые формулой (9), справедливы оценки

$$|u_i(x, t)| \leq C \left\{ \sum_{v=1}^2 \sum_{n=0}^{m(v, v-1-n)} \max_{\xi \in \overline{\Omega}_v} |D_i^n \varphi_{m_j}(\xi)| + \sum_{j=1}^2 \max_{\xi \in \overline{\Omega}_j} |D_i^{v(i)-1} f_j(\xi, 0)| + \right.$$

* Целесообразно выбрать числа $q(i, j)$, $l(j, i)$ меньшими по мере возможности

** Записи $\varphi \in C_0^m[a, b]$; $\phi \in C_{00}^m[a, b]$; $f \in C^{1, m}(Q)$ означают, что $\varphi \in C^m[a, b]$; $D_x^n \varphi|_{x=a} = 0$ ($n = \overline{0, m-1}$); $\phi \in C^m[a, b]$, $D_x^n \phi|_{x=a, b} = 0$ ($n = \overline{0, m-1}$); $D_x f \in C(Q)$ ($n = \overline{0, m}$), соответственно.

$$+ \sum_{j=1}^2 \sum_{n=0}^{v(i)-2d(i, n)} \max_{\xi \in \overline{\Omega}_j} |D_i^n D_i^{v(i)-1} f_j(\xi, 0)| + \sum_{j=1}^2 \max_{(\xi, \tau) \in \overline{Q}_{jT}} |D_i^{v(i)} f_j(\xi, \tau)| +$$

$$+ \sum_{j=1}^2 \max_{\tau \in [0, T]} |D_i^{h_j} \varphi_{m_j}(\tau)| \quad (x, t) \in \overline{Q}_{iT} \quad (i = \overline{1, 2}),$$

где константа C не зависит от правых частей задачи (1)-(3).

Замечание 2. Если исходные данные не являются непрерывными и дифференцируемыми достаточное количество раз, то часто не может существовать и дифференцируемого решения соответствующей краевой задачи. В этом случае за приближенное решение задачи (1)-(3) можно принять

$$u_i^{(\varepsilon)}(x, t) = \frac{1}{2\pi\sqrt{-1}} \int_{L_n} \exp(\varepsilon\lambda^2 + \lambda t) \{ \delta_i[x, \lambda, \gamma_1(\lambda, t)] +$$

$$+ \sum_{j=1}^2 \int_{\Omega_j} G_{ij}(x, \xi, \lambda) b_j(\xi) p_j(\xi, t, \lambda) d\xi \} d\lambda \quad (x, t) \in Q_{iT} \quad (i = \overline{1, 2}),$$

где ε — достаточно малое положительное число.

Автор считает своим приятным долгом выразить искреннюю благодарность Н. А. Алиеву за постоянное внимание и полезные советы.

Литература

1. Алиев Н. А. Уч. зап. АГУ серия физ.-матем. № 5, 3-12, 1966.
2. Наймарк М. А. Линейные дифференциальные операторы. Наука, 1969.
3. Петровский И. Г. Бюлл. МГУ (А) 1, вып. 7, 1-72, 1938.
4. Тамаркин Я. Д. Math. Zs., 27, 1-54, 1928.
5. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач. Наука, 1979.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 16. VII 1980

Е. А. Гасымов

МУХТАЛИФ ТИПЛИ СИСТЕМЛЭРИ БИР-БИРИНЭ БАГЛАЖАН ГАРЫШЫГ МЭСЭЛЭ НЭЗЭРИЛЖЭСИНЭ ДАИР

Мәгаләдә фәза дәјишәнинә көрә икинчи тәртиб хусуси төрәмәли ики диференциал тәңликләр системини бир-биринә бағлажан гарышыг мәсәләжә бахылыр. Системләрден бири параболикдир, диқәри исә замана көрә икинчи тәртиб төрәмәли өзүндә сахлајыр.

Верилмиш мәсәләжә мұәллифә мәхсус сонлу интеграл чевирмәни тәтбиғ едәрәк λ комплекс әдәдини вә t заманыны параметр кими өзүндә сахлајан мұәјјән спектрал мәсәлә алыныр. Спектрал мәсәләнин сәрһәд шәртләринә ујғун бирчинис сәрһәд шәртләрини регулјарлығ шәртләри верилир. Сәрһәд шәртләрини регулјарлығы дахилиндә төрс интеграл чевирмәни спектрал мәсәләнин һәллине тәтбиғ едәрәк бахылан мәсәләнин һәллини аналитик ифадәси алыныр.

Көстәрилир ки, верилмиш мәсәләнин һәлли вар, јекәндир вә бу һәлл мәсәләнин сар тәрәфиндән кәсилмәз асылдыр. Нәһәјәт, мұәјјән вектор-функцијалар көстәрилир ки, әкәр мәсәләнин башланғыч вериләлир кәсилмәз вә кафи гәдәр диференциалланан дејилсә, онда бу вектор-функцијалары тәғриби һәл кими көтүрмәк олар.

TO THEORY OF MIXED PROBLEMS ON CONJUNCTION OF DIFFERENT TYPE SYSTEMS

In the paper a mixed problem is considered on conjunction of two systems of partial differential equations of second order on space variable, one of which contains second order derivatives on time and another—a parabolic system.

Applying to considered problem a final integral transformation, belonging to the author, so-called spectral problem, containing a complex number λ and time t as parameters is obtained. Regularity conditions of homogeneous boundary conditions corresponding to boundary conditions of spectral problem are introduced. Applying the reverse integral transformation to the solution of spectral problem, under regularity condition of boundary conditions, analytic presentation of solution of considered problem is obtained.

An existence, uniqueness and continuous dependence of solution of the problem on right parts are shown.

Finally, if initial data are not continuous and differentiable sufficient times, vector-functions are introduced, which one can use as approximate solution of the considered problem.

Чл.-корр. АН Азерб. ССР М. Г. ГАСЫМОВ, Г. Ш. ГУСЕЙНОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПЕРАТОРА ДИФФУЗИИ ПО СПЕКТРАЛЬНЫМ ДАННЫМ

Оператором диффузии мы называем оператор, порожденный на некотором конечном или бесконечном интервале изменения переменной x уравнением

$$-y'' + [q(x) + 2\lambda p(x)]y = \lambda^2 y \quad (1)$$

и некоторыми граничными условиями. Как известно, в настоящее время обратные задачи спектрального анализа наиболее полно изучены для операторов Штурма—Лиувилля, Дирака и разностных операторов второго порядка. Оказывается, что для уравнения (1), являющегося естественным обобщением уравнений Штурма—Лиувилля также можно провести полные исследования различных вариантов обратных задач спектрального анализа, поскольку здесь существуют ядра операторов преобразования. Интересным обстоятельством, связанным с уравнением (1), является то что для него обратные задачи спектрального анализа в обычных постановках разрешимы однозначно: две функции $q(x)$ и $p(x)$ однозначно определяются по спектральной мере или по двум спектрам. Это связано со специальным видом вхождения спектрального оператора в уравнение (1).

Обратные задачи рассеяния для уравнения (1) уже рассматривались [1, 2]. В настоящей работе мы изучаем обратные задачи спектрального анализа для уравнения (1) в случае конечного интервала.

1. Обозначим через $W_2^m[0, \pi]$ пространство С. Л. Соболева, состоящее из заданных на сегменте $[0, \pi]$ комплекснозначных функций, которые имеют $m-1$ абсолютно непрерывных производных и производную m -го порядка, суммируемую с квадратом на сегменте $[0, \pi]$.

Теорема 1. Пусть $q(x) \in W_2^m[0, \pi]$, $p(x) \in W_2^{m+1}[0, \pi]$ ($m \geq 0$) и $\varphi(x, \lambda)$ —решение уравнения (1) с начальными условиями

$$\varphi(0, \lambda) = 1, \quad \varphi'(0, \lambda) = h. \quad (2)$$

Тогда существуют функции $A(x, t)$ и $B(x, t)$, имеющие по обоим переменным $m+1$ суммируемых с квадратом производных и такие, что

$$\begin{aligned} \varphi(x, \lambda) = & \cos[\lambda x - \alpha(x)] + \int_0^x A(x, t) \cos \lambda t dt + \\ & + \int_0^x B(x, t) \sin \lambda t dt, \end{aligned} \quad (3)$$

$$\alpha(x) = x \cdot p(0) + 2 \int_0^x \{A(\xi, \xi) \sin \alpha(\xi) - B(\xi, \xi) \cos \alpha(\xi)\} d\xi, \quad (4)$$

$$q(x) = -p^2(x) + 2 \frac{d}{dx} [A(x, x) \cos \alpha(x) + B(x, x) \sin \alpha(x)], \quad (5)$$

$$A(0, 0) = h, \quad \left. \frac{\partial A(x, t)}{\partial t} \right|_{t=0} = 0, \quad B(x, 0) = 0, \quad (6)$$

где

$$\alpha(x) = \int_0^x p(t) dt.$$

Далее, если $m \geq 1$, то

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 A(x, t)}{\partial x^2} - 2p(x) \frac{\partial B(x, t)}{\partial t} - q(x) A(x, t) &= \frac{\partial^2 A(x, t)}{\partial t^2} \\ \frac{\partial^2 B(x, t)}{\partial x^2} + 2p(x) \frac{\partial A(x, t)}{\partial t} - q(x) B(x, t) &= \frac{\partial^2 B(x, t)}{\partial t^2} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Наоборот, если функции $A(x, t)$ и $B(x, t)$ имеют вторые квадратично суммируемые производные, удовлетворяющие уравнению (7) и условиям (4)–(6), то функция $\varphi(x, \lambda)$, определенная формулой (3), является решением уравнения (1) с начальными условиями (2).

Через D обозначим подпространство пространства $W_2[0, \pi]$, состоящее из функций $y(x) \in W_2^1[0, \pi]$, удовлетворяющих граничным условиям

$$y'(0) - hy(0) = 0, \quad y'(\pi) + Hy(\pi) = 0. \quad (8)$$

Далее будем предполагать, что $q(x)$, $p(x)$ — действительные функции, причем $q(x) \in L_2[0, \pi]$, $p(x) \in W_2^1[0, \pi]$, h и H — произвольные действительные числа и

$$\int_0^\pi (|y'(x)|^2 + q(x)|y(x)|^2) dx > 0$$

для всех $y(x) \in D$, $y(x) \not\equiv 0$ (последнее условие заведомо выполняется, если $q(x) > 0$). При таких условиях граничная задача (1), (8) обладает следующими спектральными свойствами.

1) Собственные значения граничной задачи (1), (8) действительны, отличны от нуля и простые. Эта задача не имеет присоединенных функций к собственным функциям.

2) Собственные функции $y(x)$ и $z(x)$ граничной задачи (1), (8), соответствующие различным собственным значениям λ и μ соответственно, удовлетворяют соотношению «ортогональности»

$$(\lambda + \mu) \int_0^\pi y(x) \overline{z(x)} dx - 2 \int_0^\pi p(x) y(x) \overline{z(x)} dx = 0.$$

3) Граничная задача (1), (8) имеет притом счетное число собственных значений. Эти собственные значения можно располагать в последовательность

$$\dots < \lambda_{-2} < \lambda_{-1} < \lambda_{-0} < 0 < \lambda_{+0} < \lambda_1 < \lambda_2 < \dots,$$

причем для больших n имеет место асимптотическая формула

$$\lambda_n = n + c_0 + \frac{c_1}{n} + \frac{c_{1,n}}{n},$$

где

$$c_0 = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi p(x) dx, \quad \sum_n |c_{1,n}|^2 < \infty,$$

$$c_1 = \frac{1}{\pi} \left(h + H + \frac{1}{2} \int_0^\pi [q(x) + p^2(x)] dx \right).$$

4) Очевидно, что $\varphi(x, \lambda_n) = \varphi_n(x)$ суть собственные функции граничной задачи (1), (8), соответствующая собственному значению λ_n . Положим,

$$a_n = \int_0^\pi \varphi_n^2(x) dx - \frac{1}{\lambda_n} \int_0^\pi p(x) \varphi_n^2(x) dx.$$

Числа a_n назовем нормировочными числами граничной задачи (1), (8). Эти числа положительны и при больших n справедлива асимптотическая формула

$$a_n = \frac{\pi}{2} + \frac{a_1}{n} + \frac{a_{1,n}}{n},$$

где

$$a_1 = -\frac{\pi}{2} \cdot p(0), \quad \sum_n |a_{1,n}|^2 < \infty.$$

5) Для любых функций $f(x)$ и $g(x)$ из $L_2[0, \pi]$ имеют место равенства

$$\sum_n \frac{1}{\lambda_n a_n} \int_0^\pi f(x) \varphi(x, \lambda_n) dx \int_0^\pi g(t) \varphi(t, \lambda_n) dt = 0,$$

$$\sum_n \frac{1}{2 a_n} \int_0^\pi f(x) \varphi(x, \lambda_n) dx \int_0^\pi g(t) \varphi(t, \lambda_n) dt = \int_0^\pi f(x) g(x) dx,$$

где бесконечные ряды сходятся абсолютно. По поводу таких равенств см. [3].

6) Наряду с (8) рассмотрим граничные условия

$$y'(0) - h_1 y(0) = 0, \quad y'(\pi) + Hy(\pi) = 0, \quad (9)$$

где h_1 — действительное число, причем $h_1 > h$. Обозначим собственные значения граничной задачи (1), (9) через

$$\dots < \mu_{-2} < \mu_{-1} < \mu_{-0} < 0 < \mu_{+0} < \mu_1 < \mu_2 < \dots$$

Тогда положительные и отрицательные собственные значения граничных задач (1), (8) и (1), (9) перемежаются в следующем смысле:

$$\lambda_{+} < \mu_{+0} < \lambda_1 < \mu_1 < \lambda_2 < \mu_2 < \dots,$$

$$\lambda_{-0} > \mu_{-0} > \lambda_{-1} > \mu_{-1} > \lambda_{-2} > \mu_{-2} > \dots$$

Кроме того, если число h в граничном условии (8) рассматривать как параметр, то положительные собственные значения граничной задачи (1), (8) будут возрастающими, а отрицательные собственные значения — убывающими функциями от h .

7) Выполняются равенства

$$\sum_n \frac{1}{\lambda_n a_n} = 0, \quad \sum_n (\mu_n - \lambda_n) = 0$$

и $\sup_n |n(c_{1,n} - c'_{1,n})| < \infty$, где бесконечные суммы здесь и дальше понимаются в смысле главного значения, а величины $c_{1,n}$ и $c'_{1,n}$ взяты из асимптотик чисел λ_n и μ_n соответственно.

2. Теперь сформулируем результаты по решению обратных задач. Теорема 2. Для того чтобы вещественные числа $\{\lambda_n\}$ и $\{a_n\}$ ($n = \pm 0, \pm 1, \pm 2, \dots$), обладающие свойствами $a_n > 0$ ($n = \pm 0, \pm 1, \pm 2, \dots$),

$$\dots < \lambda_{-2} < \lambda_{-1} < \lambda_{-0} < 0 < \lambda_{+0} < \lambda_1 < \lambda_2 < \dots,$$

были соответственно собственными значениями и нормировочными числами граничной задачи типа (I), (8) с вещественными функциями $q(x) \in L_2[0, \pi]$, $p(x) \in W_2^1[0, \pi]$ и вещественными числами h, H достаточно чтобы имело место равенство $\sum_n \frac{1}{\lambda_n a_n} = 0$ и выполнялись асимптотические формулы

$$\lambda_n = n + c_0 + \frac{c_1}{n} + \frac{c_{1,n}}{n},$$

$$a_n = \frac{\pi}{2} + \frac{a_1}{n} + \frac{a_{1,n}}{n},$$

где c_0, c_1, a_1 — постоянные числа и $\sum_n (c_{1,n}^2 + a_{1,n}^2) < \infty$.

Теорема 3. Для того, чтобы две последовательности ненулевых вещественных чисел $\{\lambda_n\}$ и $\{\mu_n\}$ ($n = \pm 0, \pm 1, \pm 2, \dots$) были спектрами граничных задач, порожденных одним и тем же уравнением вида (I) с вещественными функциями $q(x) \in L_2[0, \pi]$, $p(x) \in W_2^1[0, \pi]$ и граничными условиями вида (8), (9) с вещественными числами h, h_1, H ($h_1 > h$), достаточно, чтобы имели место неравенства („перемежаемость“)

$$0 < \lambda_{+0} < \mu_{+0} < \lambda_1 < \mu_1 < \lambda_2 < \mu_2 < \dots,$$

$$0 > \lambda_{-0} > \mu_{-0} > \lambda_{-1} > \mu_{-1} > \lambda_{-2} > \mu_{-2} > \dots,$$

выполнялись равенство $\sum_n (\mu_n - \lambda_n) = 0$ и асимптотические формулы

$$\lambda_n = n + c_0 + \frac{c_1}{n} + \frac{c_{1,n}}{n},$$

$$\mu_n = n + c_0 + \frac{c'_1}{n} + \frac{c'_{1,n}}{n},$$

где c_0, c_1, c'_1 — постоянные числа, причем $c'_1 > c_1$,

$$\sum_n (c_{1,n}^2 + c'_{1,n}^2) < \infty, \sup_n |n(c_{1,n} - c'_{1,n})| < \infty.$$

Отметим, что доказательства теорем 2 и 3 дают также эффективный метод восстановления рассматриваемых граничных задач по спектральным данным, при этом решения обратных задач единственны. Эти теоремы являются обобщениями на случай уравнения (1) соответствующих результатов работы [4].

Литература

1. Jaulent M. and Jean C. Comm. Math. Phys., v. 28, 1972, p. 177.
2. Jaulent M. Ann. Inst. Henri Poincaré, v. 17, n° 4, 1972, p. 363.
3. Харазов Д. Ф. УМН, т. 15, 1960, № 4.
4. Гасымов М. Г., Левитан Б. М. УМН, т. 19, 1964, № 2.

Институт математики и механики

Поступило 5. VIII 1980

М. К. Гасымов, Н. Ш. Гусейнов

ДИФФУЗИЈА ОПЕРАТОРУНУН СПЕКТРАЛ ВЕРИЛЭНЛЭРЭ КӨРӨ ТӨЎНИ

Магаләдә сонлу парчада тәјин олунмуш диффузија оператору үчүн мәхсуси вә нормаллашдырычы әдәлләрә, һәм дә ики спектрә кәрә тәрс мәсәләләр һәлл едилмишдир.

M. G. Gasymov, G. Sh. Guseinov

DETERMINATION OF DIFFUSION OPERATOR ON SPECTRAL DATA

In this paper inverse problems for diffusion operator given at the finite interval on eigenvalue and normal numbers and also on two spectra are solved.

Чл.-корр. АН Азерб. ССР Э. Ю. САЛАЕВ, И. М. АСКЕРОВ,
Н. Р. МАМЕДОВ, Р. Х. НАНИ, Б. Г. ТАГИЕВ

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ ЗОЛОТА НА ВАХ МОНОКРИСТАЛЛОВ CdJnGaS_4

Как известно [1], примеси золота создают глубокие акцепторные уровни на глубине 0,6 эВ от потолка валентной зоны в монокристаллах CdJnGaS_4 . Также установлено, что эти же примеси компенсируют часть мелких уровней прилипания электронов [2]. Поэтому исследование влияния примесей золота на ВАХ монокристаллов CdJnGaS_4 представляет большой теоретический и практический интерес.

Измерения проводились в интервале температур 77–300 К в монокристаллах CdJnGaS_4 , легированного золотом. Монокристаллы выращивались методом химической транспортной реакции. Легирование проводилось во время синтеза соединения из исходных материалов. Индиевые контакты наносились термическим сплавлением в направлении оси "С".

Исследования вольтамперной характеристики (ВАХ) монокристаллов CdJnGaS_4 , легированных золотом, показали, что при малых напряжениях наблюдается закон Ома и линейная зависимость быстро переходит на резкий рост тока, который заканчивается переходом образца в низкоомное состояние через область отрицательного сопротивления (ОС).

Исследования показали, что по мере увеличения температуры напряжение срыва уменьшается, а ток включения увеличивается. Толщинная зависимость напряжения срыва так же, как в "чистых" кристаллах CdJnGaS_4 , является линейной.

Изучено влияние освещенности на ВАХ монокристаллов CdJnGaS_4 . Установлено, что с увеличением интенсивности падающего света $u_{\text{ср}}$ уменьшается, ток включения увеличивается и при достаточно высокой интенсивности падающего света наблюдается N-образная ВАХ. На рис. 1 показано влияние температуры и освещения на N-образную часть ВАХ. ВАХ, показанные штрихом, соответствуют комнатной температуре, а ВАХ, показанные сплошными линиями, соответствуют температуре жидкого азота. Из рисунка видно, что при комнатной температуре при всех освещенностях кроме ВАХ, снятой в темноте (кр. 1), на ВАХ наблюдают N-образные части и они увеличиваются с увеличением интенсивности падающего света. При температуре же 77 К N-образная часть ВАХ наблюдается только на ВАХ, снятой под действием максимального освещения падающего света (кр. 6 на рис. 1).

На рис. 2 приведено изменение $u_{\text{ср}}$ от интенсивности света. Как видно, напряжение срыва экспоненциально уменьшается с увеличением интенсивности света.

Приведенные экспериментальные данные позволяют нам сделать заключение, что отличительные черты ВАХ монокристаллов CdJnGaS_4 , легированных золотом, по сравнению с чистыми монокристаллами, могут быть связаны с присутствием компенсирующих акцепторных уровней в запрещенной зоне монокристаллов CdJnGaS_4 .

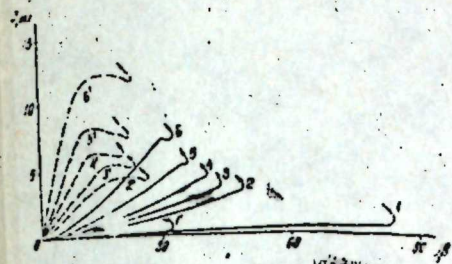


Рис. 1. Влияние освещенности на вид ВАХ монокристалла CdJnGaS_4 . А: Пунктирная линия при 300 К, сплошная — при 77 К: 1—0; 2—13; 3—40; 4—122; 5—350; 6—1000.

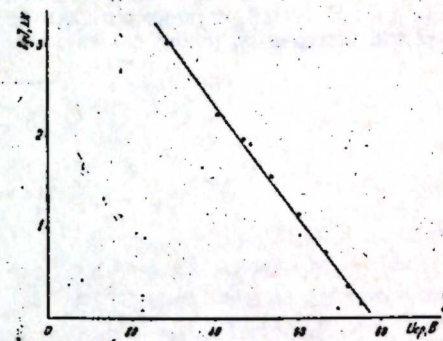


Рис. 2. Зависимость $U_{\text{ср}}$ от интенсивности падающего света

В работах [3,4] обсуждены влияния компенсирующих примесей на ВАХ и показана возможность появления ОС N- и S- типа. Нами наблюдается уменьшение $u_{\text{ср}}$ при легировании, а также одновременно N- и S-образные участки ВАХ под действием света.

Как отмечено, ВАХ образцов CdJnGaS_4 , легированных золотом, с симметричными индиевыми контактами в темноте линейны до напряженности 10^3 В/см, можно заключить, что имеет место слабая инжекция носителей тока. Отклонение от линейности при дальнейшем увеличении напряжения свидетельствует об увеличении уровней инжекции. Под действием освещения акцепторные уровни опустошаются за счет перехода электронов в зону проводимости и при определенном значении может увеличиваться сечение захвата неравновесных носителей этими уровнями при слабых инжекциях и может образоваться N-образная часть на ВАХ образцов CdJnGaS_4 . Уменьшение роста N-образной части с убыванием температуры можно объяснить изменением начального заполнения акцепторных уровней.

Литература

1. Абдуллаев Г. Б., Джураев Н. Д., Антонов В. Б., Нани Р. Х., Салаев Э. Ю. ФТП, 7, 2144, 1973.
2. Мамедов Н. Д., Нани Р. Х. «Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-матем. наук», № 1, 63, 1978.
3. Стафеев В. И., Осипов В. В. ФТП, 12, 1976, 1967.
4. Бараненков Л. И., Осипов В. В. ФТП, 5, 836, 1971.

Институт физики

Поступило 30. V 1980

Е. Я. Салаев, И. М. Эскеров, Н. Ч. Мамедов, Р. Х. Нани, Б. Г. Тагиев

CdJnGaS_4 МОНОКРИСТАЛЛИНЫН ВОЛТАМПЕР ХАРАКТЕРИСТИКАСЫНА ГЫЗЫЛ АШГАРЛАРЫНЫН ТӘСИРИ

Мәгаләдә CdJnGaS_4 монокристаллынын волтампер характеристикасына гызыл ашгарларынын тәсири өйрәнилмишдир. Гызыл ашгарларынын тәсири илә ашырма көркинлигиниң азалдығы вә кечид чәрајанынын артдығы мушаһидә олунмушдур.

THE INFLUENCE OF Au IMPURITIES ON CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS OF CdInGaS₄ SINGLE CRYSTALS

The influence of Au impurities on current-voltage characteristics of CdInGaS₄ single crystals has been investigated in the present article. It was shown that the doping of CdInGaS₄ crystals with Au impurities led to decrease of switching voltage and increase switching current.

Акад. Л. М. ИМАНОВ, З. А. ИБРАГИМОВ

СПЕКТРЫ ЭПР И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ВАНАДИЕВОТЕЛЛУРИТНЫХ СТЕКОЛ

Исследованием соединений на основе окислов переходных металлов методом ЭПР показано, что ионы переходных металлов в аналогичных соединениях могут находиться в разных координационных сферах, в зависимости от типа стеклообразователя или другого компонента [1, 2]. Электрофизические, оптические и ряд других свойств таких соединений заметно меняются в зависимости от ближнего окружения этого иона и строения анионной сетки.

Электропроводность оксидных стекол обуславливается перескоковым переходом неспаренного d -электрона переходного иона от состояния с нижней валентностью к состоянию с высшей валентностью [3, 4] (количество неспаренных электронов, участвующих в этом процессе, может быть проконтролировано путем двойного графического интегрирования первой производной линии поглощения ЭПР).

В настоящей работе была поставлена задача из исследований спектров ЭПР и электропроводности бинарной системы стекол V_2O_5 — TeO_2 различных составов установить взаимосвязь между структурными особенностями, составом и свойствами этих стекол.

Ранее нами было показано, что образцы бинарной системы $nV_2O_5 \cdot (100-n) TeO_2$, устойчивые при любых соотношениях компонент, дают синглетный спектр ЭПР при содержании V_2O_5 от 5 до 30 мол. % и сверхтонкую структуру для $n < 70$ мол. % с улучшающимся разрешением при увеличении количества стеклообразователя [5]. Этот спектр характерен для иона нечетного изотопа ванадия (V^{51} ,

$I = \frac{7}{2}$), находящегося в $3d^1$ электронной конфигурации и хорошо описывается спин-гамильтонианом аксиальной симметрии с параметрами $g_{\parallel} = 1,93 \pm 0,02$, $g_{\perp} = 1,98 \pm 0,02$; $|A_{\parallel}| = (177 \pm 5) \cdot 10^{-4} \text{ см}^{-1}$, $|A_{\perp}| = (64 \pm 5) \cdot 10^{-4} \text{ см}^{-1}$.

Анализ спин-гамильтониана неспаренного электрона, находящегося в аксиально возмущенном поле, показывает, что основное состояние расщепленного d уровня может быть синглетным или дублетным в зависимости от возмущающего поля. Четырехвалентный ион ванадия в оксидных стеклах может находиться в виде VO^{2+} или V^{4+} . При синглетном основном состоянии должны соблюдаться соотношения $g_{\parallel} < g_{\perp}$ при $A_{\parallel} > A_{\perp}$ и электронная конфигурация осуществляется для VO^{2+} , а при дублетном $g_{\parallel} > g_{\perp}$, $A_{\parallel} > A_{\perp}$ и конфигурация осуществляется для V^{4+} , причем в первом случае значения $g_{\parallel}$ и $g_{\perp}$ должны быть близкими к двум, а во втором—к нулю [6]. Это позво-

ляет на основании вышеприведенной константы спин-гамильтониана сделать предположение, что в ванадиеотеллуритных стеклах четырехвалентный ион ванадия находится в октаэдрическом окружении атомов кислорода с тетрагональными искажениями.

Для парамагнитных ионов с d -неспаренными электронами, находящимися в тетрагонально искаженном октаэдрическом месте, известны схема энергетических уровней и метод расчета значений g -тензора, учитывающий возмущения второго порядка [7, 8]. Это дает возможность рассчитать значения энергии расщепления кристаллического поля $\Delta_{\perp}$ и $\Delta_{\parallel}$ переходов $2b_2 \rightarrow 7e$ и $2b_2 \rightarrow 4b_1$ соответственно и отношение $\Delta_{\perp}/\Delta_{\parallel}$, характеризующее меру отклонения от октаэдричности лигандов комплекса ванадила [9]. Расчеты по данным ЭПР-спектра зависимости $\Delta_{\perp}/\Delta_{\parallel}$ от содержания V_2O_5 (рис. 1) показывают, что в системе стекол $nV_2O_5 \cdot (100-n)TeO_2$ с уменьшением n резко уменьшается отклонение от октаэдричности окружения комплекса VO^{2+} до состава, соответствующего 35 мол. % V_2O_5 , где происходит некоторое замедление этого процесса.

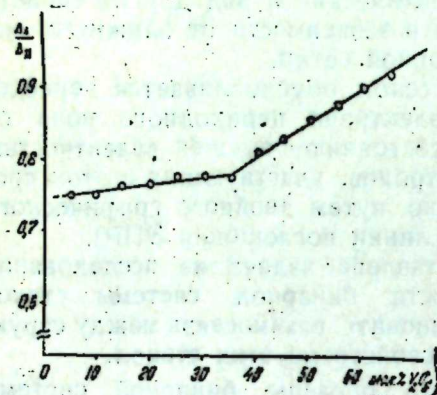


Рис. 1. Зависимость $\Delta_{\perp}/\Delta_{\parallel}$ от содержания V_2O_5

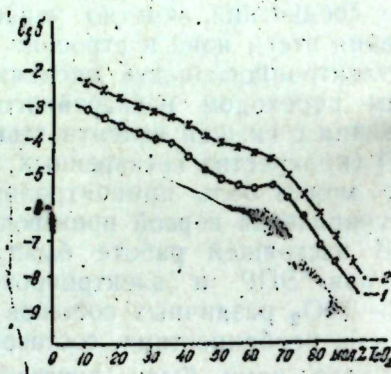


Рис. 2. Зависимость $\lg \sigma$ от состава: 1— $\lg \sigma$ при $t=20^\circ\text{C}$; 2— $t=150^\circ\text{C}$.

Электропроводность σ на постоянном токе системы стекол $nV_2O_5 \cdot X(100-n)TeO_2$ при 20°C меняется от $6,5 \cdot 10^{-4}$ до $5,1 \cdot 10^{-9} \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$, а при 150°C от $4,2 \cdot 10^{-3}$ до $1,6 \cdot 10^{-8} \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$ в зависимости от состава (рис. 2). Все образцы обладают электронным типом проводимости. Энергия активации с увеличением содержания TeO_2 от 10 до 90 мол. % растет от 0,16 до 0,94 эв.

В кристаллических образцах, получаемых в интервале изменения содержания V_2O_5 95 ÷ 70 мол. %, сравнительно высокую электропроводность можно объяснить сильной делокализацией неспаренного $3d^1$ электрона (g -фактор близок к двум), а небольшое уменьшение электропроводности в этом интервале при уменьшении n —увеличением спин-орбитальной связи, что подтверждается уменьшением g -фактора до 1,983. До состава $n=35$ мол. % скорость уменьшения электропроводности с n практически не меняется. Только при $n=70$ мол. % наблюдается небольшой пик, повторяющийся при многократных измерениях. Как показали результаты комплексного исследования спектров ЭПР и рентгенодифрактометрии вблизи этого состава, линии поглоще-

ния имеют максимальную интенсивность и система приближается к фазовому переходу в атмосферное состояние.

При составе, близком к 35 мол. % V_2O_5 , происходит резкий рост скорости уменьшения σ от n , что может быть связано с образованием соединения сильно диссоциированного дителлурита ванадия [10]. Такой же вывод можно сделать из рассмотрения зависимости ϵ , $\lg \delta$ [11] и $N_{\text{н.с.}}$ [5] от состава.

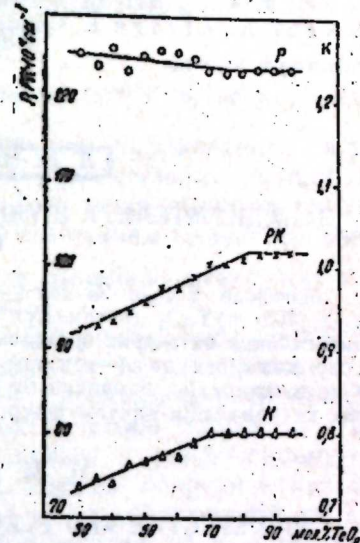
Сравнение графика зависимостей $\Delta_{\perp}/\Delta_{\parallel}$ и $\lg \sigma$ от состава показывает, что для стекол системы V_2O_5 — TeO_2 уменьшение искажения от октаэдричности окружения приводит к затруднению перескоков от V^{4+} к V^{5+} и уменьшению электропроводности. Замедление процесса отклонения от октаэдричности окружения комплекса VO^{2+} , показанное выше, также свидетельствует об образовании при составе, близком к 35 мол. % V_2O_5 нового соединения.

Без учета ковалентности связей переходных металл—лиганд, параллельная и перпендикулярная компоненты сверхтонкого тензора имеют вид:

$$A_{\parallel} = -P \left[\frac{4}{7} + \Delta g_{\parallel} + \frac{3}{7} \Delta g_{\perp} + K \right]$$

$$A_{\perp} = P \left[\frac{2}{7} - \frac{11}{14} \Delta g_{\perp} - K \right],$$

где $\Delta g_{\parallel} = 2,0023 - g_{\parallel}$ и $\Delta g_{\perp} = 2,0023 - g_{\perp}$. Рис. 3. Зависимость P , PK и K от содержания TeO_2



Отсюда могут быть определены значения P , характеризующие расстояние между ядром и $3d^1$ электроном ванадия, величины K —Ферми контактного взаимодействия и $P \cdot K$, аномальный вклад S -электронов в значения компонентов A -тензора, для разных составов системы V_2O_5 — TeO_2 (рис. 3). В пределах погрешности g и A -тензора значение $P = (125 \pm 2) \cdot 10^{-4} \text{ см}^{-1}$ практически не зависит от состава стекла и хорошо совпадает с значением P , рассчитанным путем использования константы спин-гамильтониана для V^{4+} в аморфных V_2O_5 [12].

В системе стекол $nV_2O_5 \cdot (100-n)TeO_2$ с увеличением концентрации TeO_2 от 30 до 80 мол. % значения $A_{\parallel}$ и $A_{\perp}$ [5], K и $P \cdot K$ растут. Такое поведение A -тензора связано с увеличением взаимодействия $3d$ ху орбитали со своим ядром вследствие уменьшения перекрывания электронных орбит лигандов, а за рост k и $p \cdot k$ ответственно усиление взаимодействия между неспаренными электронами, находящимися в S и d -электронных конфигурациях.

Все эти факты и обнаруженная тенденция к уменьшению значения g -тензора с ростом количества TeO_2 в ванадиеотеллуритных стеклах, указывают на уменьшение ковалентности связей четырехвалентного иона ванадия с ванадил кислородом, что хорошо согласуется с измерениями электропроводности на постоянном токе.

1. Siegel L. Phys. Rev. 134 A, 193, 1964. 2. Лазукин В. Н., Богомолова Л. Д., Долголенко Т. Ф., Жачкин В. А., Павлушкина Т. К. Тез. III Всесоюз. симп. по оптическим и спектральным свойствам стекол, 154, Л., 1974. 3. Богомолова Л. Д., Лазукин В. Н., Петровых Н. В. ДАН СССР, т. 177, № 2, 310, 1967. 4. Linsly G. S., Owen A. E., Hagtte F. M. J. of Non Crystalline solids, 4, 208, 1970. 5. Иманов Л. М., Ибрагимов З. А. ДАН Азерб. ССР, т. 34, № 1, 13, 1978. 6. Gladney H. M., Swalen J. D. J. Chem. Phys., 42, 1999, 1965. 7. Pryse M. H. L. Prog. Phys. Soc. London, A63, 23, 1950. 8. Kivlison D., Lee S. K. J. Chem. Phys., 41, 1896, 1964. 9. Hochstrasser G. Phys. Chem. class., 7, 178, 1966. 10. Chase G. A., Phillips G. J. J. Am. Ceram. Soc., 47, 9, 467, 1964. 11. Яхкин А. К. Стеклообразные состояния. Л., 1971. 12. Kahn A., Livage J. Collongues Phys. Stat. Sol. (a), 26, 175, 1974.

Институт физики

Поступило 16. VI 1981

Л. М. Иманов, З. А. Ибрагимов

ВАНАДИУМТЕЛЛУР ШҮШӨЛЭРИНИН ЕПР СПЕКТРИ ВЭ ЕЛЕКТРИК КЕЧИРИЧИЛИЖИ

Мәгәләдә V_2O_5 -и 95 мол %-дән 5 мол %-ә гәдәр дәјишмәклә Јарымкечиричи $nV_2O_5(100-n)TeO_2$ систем нүмунэләринин ЕПР спектринин тәдгигиндән ванади комплексинин октаедрик әһәтәдән кәһәрә чыхма өлчүсү, Ферми контакт гаршылыгы тәсир кәмијәти вә А-тензора S-электронларын етдији аномал әләвәнин гүјмәт тәјин едилмишдир; һәмчинин бу нүмунәләрин отаг вә 150°C температурларда електрик кечиричилији өлчүлмүшдүр.

[L. M. Imanov], Z. A. Ibragimov

EPR SPECTRA AND ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF VANADIUM-TELLURITE GLASSES

Deflection measure from octahedric encirclement of vanadium complex, Fermi values of contact interconnection and an anomalous deposit of S-electrons into A-tensor values were determined by EPR spectrum investigation of $nV_2O_5(100-n)TeO_2$ system in n change interval from 95 to 5 mole %. Electrical conductivity of vanadium-tellurite glasses on direct current was measured at 150°C and room temperatures.

УДК 537.311.33

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ И ДИЭЛЕКТРИКОВ

А. Г. АБДУЛЛАЕВ, И. Г. АКСЯНОВ, А. И. МАМЕДОВ, К. И. АБДУЛЛАЕВ

ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГИИ СВЯЗИ ЭКСИТОНОВ В ТОНКИХ ПЛЕНКАХ GaSe

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

Теоретическое обоснование возрастания кулоновского взаимодействия уменьшением толщины пленок полупроводников или полуметаллов было проведено в работе [1]. Для экспериментального наблюдения этого явления наибольшим препятствием оказались проблемы, связанные с изготовлением образцов толщиной менее 100 Å, сохраняющих свойства объемного кристалла.

GaSe—слоистое соединение с резкой анизотропией химической связи, которая проявляется также и в электронных спектрах. Каждый слой состоит из четырех плотноупакованных плоскостей, расположенных в порядке Se—Ga—Ga—Se. Связь внутри слоев преимущественно ковалентная, с некоторой долей ионной связи, а между слоями—ван-дер-ваальсова с долей ионной связи. Анализ теоретических работ показал [2, 3, 4], что зонная структура GaSe характеризуется двумя разными типами зон; те, которые слабо зависят от K_z —называются „двумерными“, а те, которые сильно зависят от K_z —„трехмерными“. Количественно характеристикой „двумерности“ или „трехмерности“ может служить отношение эффективных масс носителей заряда параллельно и перпендикулярно оси „С“— $m_{\parallel}^e/m_{\perp}^e$, или, через параметр

анизотропии $\gamma = \frac{\epsilon_{\perp} m_{\perp}^e}{\epsilon_{\parallel} m_{\parallel}^e}$ (где $m_{\perp}^e$, $m_{\parallel}^e$ и $\epsilon_{\perp}$, $\epsilon_{\parallel}$ —компоненты тензоров

эффективной массы и диэлектрической проницаемости). Параметр анизотропии γ также играет большую роль при определении основного состояния экситона в GaSe, при $\gamma \approx 1$ экситон будет „трехмерным“, а при $\gamma \approx 0$ —„двумерным“ [5]. Тщательный анализ, проведенный в работе [5], показал, что в „трехмерном“ случае эффективный борковский радиус $a_{ex} = 32$ Å и он простирается на несколько слоев (порядка 5 слоев).

Техника изготовления тонких пленок GaSe достаточно проста, однако необходимо некоторое уточнение. Пластина с зеркальными гранями толщиной 10–15 мкм откалывается от большого кристалла и по краям одной из граней приклеивается к кварцевой подложке. От свободной поверхности пластины GaSe с помощью липкой ленты отслаиваются пленки кристалла. Перед началом отслаивания кристалл с кварцевой подложкой устанавливается на держатель, жестко закрепленный вблизи плоскости выходной щели и проводится первое измерение. После каждого отслаивания снова снимается спектр про-

пускания. Это дало возможность получить спектры пропускания серии толщин пленок, вплоть до толщины, при которой не проявлялось экситонное поглощение. Ширина щелей монохроматора МДР-23 составляла 0,06 мм. Длина волны, проходящая через образец, фокусировалась с помощью кварцевой линзы на приемник—фотоумножитель ФЭУ-79. Выбор фотоумножителя ФЭУ-79, линейная область которого находится от 500 до 700 нм, обусловлен желанием работать в области "гладкой" спектральной зависимости. В процессе работы все первоначальные условия, т. е. ширина щелей и питание фотоумножителя, сохранялись до последнего измерения. В результате продолжительного отклонения пластина становится невидимой, однако электронографические исследования показали наличие тонкой монокристаллической пленки GaSe ϵ -модификации (рис. 1). Преимущество такого метода

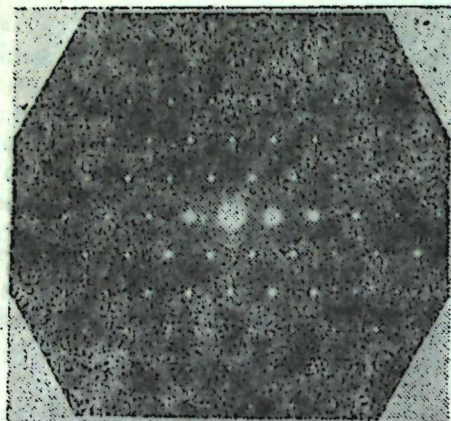


Рис. 1. Электронограмма GaSe.

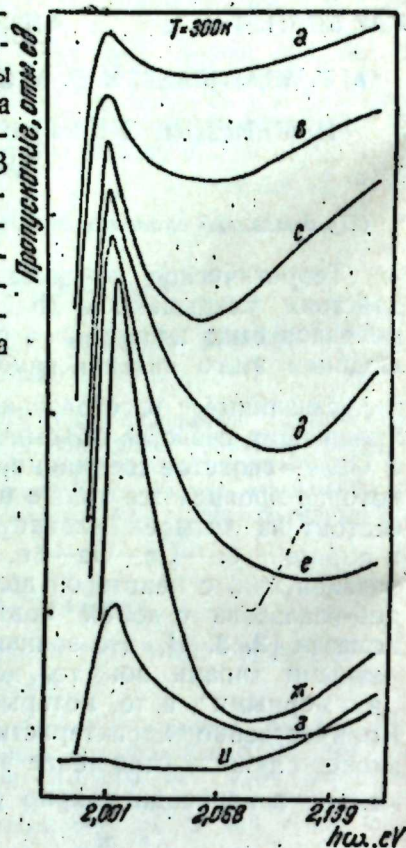


Рис. 2. Изменение энергии связи экситонов в тонких пленках

заключается в том, что, исследуя пленки с различной толщиной, мы работаем с одним и тем же образцом, что в свою очередь исключает влияние различных технологических факторов на результаты эксперимента.

На рис. 2 (а, в, с, д, е, ж, з, и) представлены спектры оптического поглощения тонких монокристаллических пленок GaSe различной толщины, при температуре 300 К. Как видно, с уменьшением толщины наблюдается смещение экситонного поглощения в сторону коротких волн и в конечном итоге его полное исчезновение. Этим небольшим экспериментом мы могли зафиксировать два явления: первое, что действительно экспериментально наблюдается увеличение энергии кулоновского взаимодействия с уменьшением толщины пленок, второе, что экситон в GaSe является трехмерным и простирается на несколько слоев.

Литература

1. Келдыш Л. В. Письма в ЖЭТФ, т. 29, вып. 11, стр. 716—719, 1979.
2. Kamimura H., Nakao K. Jour. Phys. Soc. Japan, 24, 1313, 1968.
3. Bassani F., Pastori G., Pattavicini. Nuovo Cimento, B, 50, 95, 1967.
4. Schluter M. Helv. Phys. Acta, 45, 73, 1972.
5. Deverin J. A. Helv. Phys. Acta, 42, 397, 1969.

Институт физики

Поступило 4. VIII 1980

А. Н. Абдуллаев, Н. Г. Аксjanов, Э. И. Маммадов, К. И. Абдуллаев

GaSe-НИН НАЗИҚ ТЭБЭГЭЛЭРИНДЭ ЕКСИТОНЛАРЫН ЭЛАГЭ ЕНЕРЖИСИНИН ДЭЛИШМƏСИ

Мəгалəдə нүмунəлəрини гəлинилйи азəлдыгчə лəйлə монокристаллик GaSe бирлəшмəсини артмəсы тəбəгəлəриндə екситонларын элəгə енєржисини артмəсы вə нəмчєнин бу екситонун «үчөлчүлү» олмəсы кєстєрилмишдир.

A. G. Abdullayev, I. G. Aksyanov, A. I. Mamedov, K. I. Abdullayev

CHANGE OF BANDING ENERGY OF EXCITONS IN GaSe THIN FILMS

Increase of bond energy of excitons in thin films of GaSe layer single crystals is shown experimentally at reduction of specimen thickness and "three-dimensionness" of this exciton is shown as well.

УДК 547.215:542.952.1

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Чл.-корр. АН Азерб. ССР Б. А. ДАДАШЕВ, В. Л. МЕДЖИНСКИЙ,
В. Е. ЮРОВ, С. Э. МАМЕДОВ

КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ *n*-ПЕНТАНА НА БИМЕТАЛЛЦЕОЛИТНОМ КАТАЛИЗАТОРЕ

Многочисленные исследования, проводимые в последнее время, показали, что цеолиты нашли широкое применение в качестве катализаторов реакций кислотно-основного типа.

Среди кислотных катализаторов, применяемых для скелетной изомеризации *n*-парафиновых углеводородов, C_4 — C_6 металлцеолитным катализаторам уделяется особое внимание. Практический интерес вызывают цеолитсодержащие катализаторы с редкоземельными элементами (РЗЭ) в связи с их способностью увеличивать активность и селективность катализаторов [1—3].

В зарубежных работах имеются сведения, которые также подтверждают высокую активность и селективность катализаторов, содержащих РЗЭ в реакции изомеризации *n*-парафинов [4,5]. Закономерности изомеризации *n*-пентана на биметаллцеолитных катализаторах, содержащих РЗЭ не изучены.

В настоящей работе представлены результаты исследования кинетики изомеризации *n*-пентана на разработанном биметаллическом катализаторе ИК-65А на основе синтетического цеолита СаУ, промотированном РЗЭ.

Биметаллцеолитный катализатор был получен ионным обменом цеолита NaУ ($SiO_2/Al_2O_3 = 5$) с водными растворами хлорида кальция и нитрата редкоземельного элемента с последующей пропиткой водными растворами солей металлов VIII группы по методике [3].

Экспериментальные исследования проводились на циркуляционной кинетической установке по методике, изложенной в работе [6].

Перед опытом катализатор активировали в токе воздуха в течение 2 ч при 500°C и восстанавливали водородом в течение 3 ч при 380°C.

Опыты проводились с загрузкой 3,5 см³ катализатора в интервале температур 300—340°C, давлении 15—30 атм и мольном отношении водород: углеводород—3—9. Состав продуктов реакции изомеризации определяли методом хроматографии. Изучение кинетики изомеризации *n*-пентана на биметаллцеолитном катализаторе проводилось в условиях, обеспечивающих протекание реакции в кинетической области, при малых степенях превращения углеводорода, что исключало влияние обратной реакции.

Исследования парциального давления углеводорода на скорость превращения *n*-пентана проводились при $P_{общ} = 30$ атм и мольном отношении водород: углеводород от 3 до 9. Влияние давления водорода изучалось при постоянном начальном давлении *n*-пентана, рав-

ном 5 атм, а давление водорода изменялось от 10 до 25 атм. Зависимость скорости реакции от общего давления определяли при постоянном мольном отношении водород: углеводород, равном 3, а общее давление изменяли от 16 до 30 атм. Все указанные зависимости определяли при тех температурах: —300, 320, 340°C.

Перед исследованием кинетики были проведены опыты по определению области протекания реакции изомеризации *n*-пентана. Опыты при различных скоростях циркуляции паро-газового реакционного потока (изменялась частота хода поршня циркуляционного насоса от 60 до 120 двойной ход/мин) позволяли убедиться в отсутствии внешне-диффузионного торможения. Факторами внутренней диффузии, как показали опыты с различными размерами зерен катализатора (0,5 + 2,5 мм), можно пренебречь.

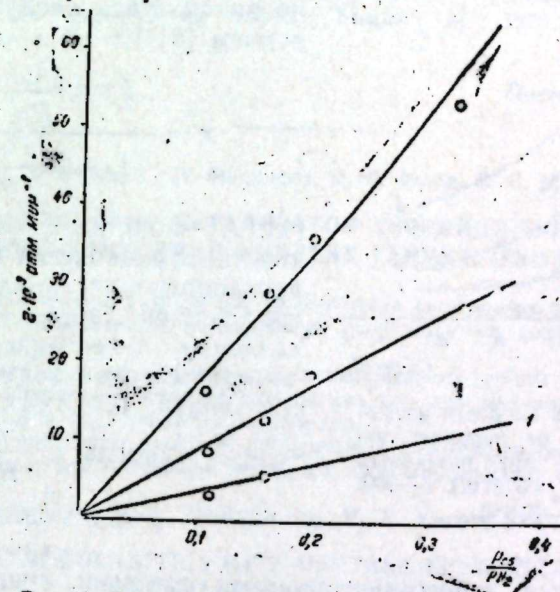
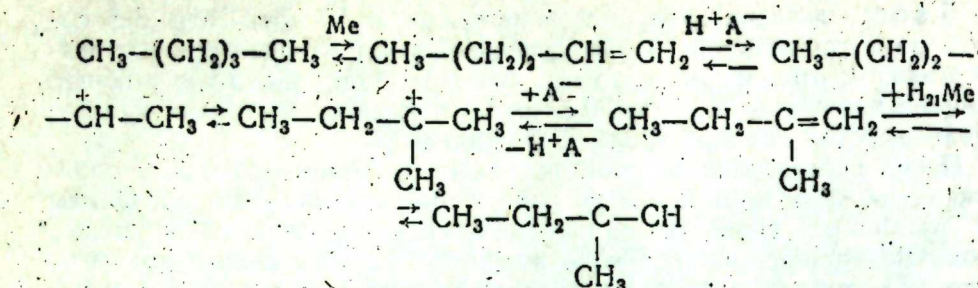


Рис. 1. Зависимость скорости изомеризации *n*-пентана от мольного отношения $P_{C_5H_{12}}/P_{H_2}$ при различных температурах: 1—300; 2—320; 3—340°C

На рис. 1 представлена зависимость скорости изомеризации *n*-пентана от мольного отношения $\left(\frac{P_{C_5H_{12}}}{P_{H_2}}\right)$, из которой видно, что скорость реакции линейно возрастает с увеличением концентрации углеводорода, т. е. наблюдается первый порядок реакции по *n*-пентану.

Зависимость скорости изомеризации *n*-пентана от парциального давления водорода при постоянном парциальном давлении *n*-пентана представлена на рис. 2. Из рисунка видно, что при всех температурах с повышением парциального давления водорода снижается скорость реакции изомеризации. Так, при 320° (кр. 2) при повышении парциального давления водорода с 10 до 25 атм скорость реакции снижается с 37 до 15 атм мин⁻¹, т. е. в 2,5 раза.

Согласно общепринятому механизму протекания реакции изомеризации *n*-пентан на бифункциональных катализаторах представляется общей схемой [7]



Стадией, определяющей скорость реакции, является карбоний-ионная перегруппировка, промежуточно образующегося олефина.

Тогда скорость реакции должна описываться следующим уравнением [8]

$$r = \frac{K' K \frac{P_{\text{C}_5\text{H}_{12}}}{P_{\text{H}_2}}}{1 + K' \frac{P_{\text{C}_5\text{H}_{12}}}{P_{\text{H}_2}}}$$

где K' — константа скорости, K — константа равновесия гидрирования — дегидрирования, b — адсорбционный коэффициент, $P_{\text{C}_5\text{H}_{12}}$ — парциальное давление n -пентана, P_{H_2} — парциальное давление водорода, причем при низких молярных отношениях

$$P_{\text{C}_5\text{H}_{12}}/P_{\text{H}_2}, \text{ когда } K \frac{P_{\text{C}_5\text{H}_{12}}}{P_{\text{H}_2}} \ll 1$$

$$r = K' \frac{P_{\text{C}_5\text{H}_{12}}}{P_{\text{H}_2}}, \quad (2)$$

Рис. 2. Зависимость скорости изомеризации n -пентана от парциального давления водорода при различных температурах ($P_{\text{C}_5\text{H}_{12}} = 5$ атм.): 1—300; 2—320; 3—340°C

что подтверждается экспериментальными данными, представленными на рис. 1—2.

Параметры уравнения Аррениуса

T, °C	K' , атм мин ⁻¹	K'	E, ккал/моль	Среднее приведенное квадратичное отклонение
300	0,035			0,00003
320	0,0779	19,7	26,5	0,00002
340	0,1625			0,00003

Решение обратной задачи поиска констант кинетического уравнения 2 проводилось на ЭВМ методом, основанном на прямом сравнении последовательных оценок минимизируемого функционала вида:

$$F = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \frac{N_i^p \tau_j - N_i^s \tau_j}{N_i^p \tau_j + N_i^s \tau_j}$$

где n — число реагентов, m — число времени контактов, при которых проводилась замеры концентраций: $N_i \tau_j$ — концентрация i -реагента при времени контакта τ_j .

Были найдены наблюдаемые константы прямой реакции при соответствующих температурах, вычислены параметры Аррениуса (таблица).

Литература

1. Дадашев Б. А., Смирнова В. Е., Мамедов С. Э. и др. Тез. докл. на Всесоюз. научн. конф. «Превращения углеводородов на кислотно-основных гетерогенных катализаторах», 161, 2. Чечено-Ингушск. кн. изд-во. Грозный, 1977. 2. Минзачев Х. М., Исаков Я. И. Металлосодержащие цеолиты в катализе. Наука, М., 1976. 3. Дадашев Б. А., Мамедов С. Э. Азерб. хим. ж., № 6, 27, 1978. 4. Laxnewala M. A., Pickert P. E., Bolton A. P. J. Catalysis, 9, 95, 1967. 5. Saito M., Iwasaki T. Bull. Japan Petrol. Inst., 18, № 12, 117, 1976. 6. Аронов Н. Р., Ваншенкер В. Р., Дорохов А. П., Идлис Г. С., Иоффе И. И., Фукс Е. С. Кинетика и катализ, 4, 1048, 1970. 7. Магарил Р. З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти. Химия, М., 1976. 8. Гараши В. М. Автореф. докт. дисс. М., 1979.

ИНХП

Поступило 23. VII 1980.

Б. А. Дадашев, В. Л. Меджинский, В. Е. Юров, С. Е. Мамедов

БИМЕТАЛЛСЕОЛИТ КАТАЛИЗАТОР ҮЗЭРИНДЭ Н-ПЕНТАНЫН ИЗОМЕРЛЭШМЭСИННИН КИНЕТИК ГАНУНАУЈУНЛУГЛАРЫ

Мөгалдэ циркулясија гургуусунун градиентсиз системиндэ биметаллсеолит катализатору үзэриндэ Н-пентанын изомерлэшмэ реаксиясынын кинетик ганунаујунлуглары өјрөнгилмиздир.

Мүөјјөн олунмушдур ки, изомерлэшмэ реаксиясынын сүр'эти Н-пентанын парсиал тэзјиги илэ дүз, гидрогенин парсиал тэзјиги илэ исэ тэрс мутэнасибдир. Реаксиянын активлэшмэ энергисин—26,5 ккал/мол бэрабэрдир.

Реаксиянын кинетикасы $r = k P_{\text{C}_5\text{H}_{12}}/P_{\text{H}_2}$ тэглији илэ мүөјјөн олунур вэ Н-парафинлэрин изомерлэшмэсинин олефиндэн эмэлэ кэлмэси мэрһэлэсини характеризэ едир.

B. A. Dadashev, V. L. Medzhinsky, V. E. Yurov, S. E. Mamedov

KINETIC REGULARITIES OF n -PENTANE ISOMERIZATION OVER BIMETAL ZEOLITE CATALYST

The kinetics of n -pentane isomerization over bimetal zeolite catalyst has been studied in circulation unit in gradientless system. The rate of isomerization reaction has been established to be in direct proportion to partial pressure of n -pentane and in inverse proportion to partial pressure of hydrogen. The apparent activation energy is 26.5 kcal/mol. The reaction kinetics is described by the equation $r = k P_{\text{C}_5\text{H}_{12}}/P_{\text{H}_2}$, which is typical of n -paraffines isomerization proceeding through olefins formation step.

Н. М. МАГОМЕДОВ, Н. К. НЕЙМАН-ЗАДЕ, А. И. ДЖАФАРОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ДЕГЕНЕРАЦИИ СЕТЧАТКИ

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

Тапето-ретиальные дегенерации сетчатки, в частности, пигментный ретинит, является одним из тяжелых поражений органа зрения. Подробное изучение развития этого заболевания у людей требует разносторонних гистологических, биохимических и физиологических исследований, проведение которых сопряжено с большими трудностями. Учитывая, это, некоторые исследователи пытаются решить данную проблему на животных либо экспериментальным путем, либо обнаружением у них наследственных тапето-ретиальных дегенераций сетчатки.

Экспериментальный путь исследования ретинопатии основывается на действии различных химических и физических факторов, которые вызывают дегенеративные изменения в различных структурных компонентах сетчатки. В настоящее время разными авторами исследуются ретинопатии, вызванные соединениями йода, феноксиазинами, азидом, бромацетатом, метиловым спиртом, глутаматом натрия, нафталином, аллоксаном, рентгеновским облучением, «отравление» кислородом, интенсивным или длительным освещением, недостаточностью витамина А и т. д. [1].

На основании полученных результатов установлено, что пигментный ретинит более всего сходен с экспериментальной моделью дегенерации сетчатки, вызванной солями йода и феноксиазидом [1]. Учитывая важность этого сходства, Ноэль и другие исследователи изучали некоторые морфологические, физиологические и биохимические аспекты действия йодата натрия и моноидоксусной кислоты [2, 3, 4, 5].

Во многих предложениях о механизме действия моноидоксусной кислоты существенное место отводится ингибированию активности SH-группы в малых тиолах и различных энзимах. По многочисленным литературным данным известно, что в механизме действия перекисного окисления липидов (ПОЛ) существенное значение имеет обмен SH-группы.

Наряду с этим можно также предположить, что моноидоксусная кислота может действовать в фоторецепторных клетках как «хотропные агенты». По имеющимся литературным данным [12], действия этих агентов приводят к ослаблению гидрофобных и электростатических связей в мембранах и распаду липопротеиновых комплексов, что способствует увеличению скорости ПОЛ. Поэтому можно предположить, что токсичное действие моноидоксусной кислоты связано с изменением скорости ПОЛ. Учитывая это, в данной работе нами была поставлена задача исследовать скорость ПОЛ при различных уровнях дегенерации

сетчатки, вызванной введением моноидоксусной кислоты. Изучение этих вопросов, по нашему мнению, чрезвычайно важно для понимания различных аспектов патогенеза многочисленных заболеваний сетчатки.

МЕТОДИКА

Эксперименты проводились на кроликах породы «серая шиншилла» весом 3—4 кг. Моноидоксусная кислота вводилась в ушную вену в дозе 18—24 мг/кг живого веса. Для создания различной тяжести экспериментальной дегенерации сетчатки моноидоксусная кислота вводилась от одного до четырех раз. При повторном введении вещества интервалы времени были 6—7 дней.

В качестве антиоксидантов нами были использованы витамин Е и селенит натрия. Витамин Е вводился внутримышечно по расчету 120—160 мг/кг живого веса. Селенит натрия растворялся в дистиллированной воде и вводился подкожно по расчету 1 мг/кг живого веса.

В качестве продукта ПОЛ был определен один из конечных продуктов — мономерный диальдегид (МДА) по известному методу [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные нами данные показывают, что во всех исследуемых вариантах введенная в организм моноидоксусная кислота приводит к увеличению количества МДА (рисунок). Как видно из рисунка, токсичное действие моноидоксусной кислоты через 20—30 мин. после введения вызывает существенное увеличение скорости ПОЛ.

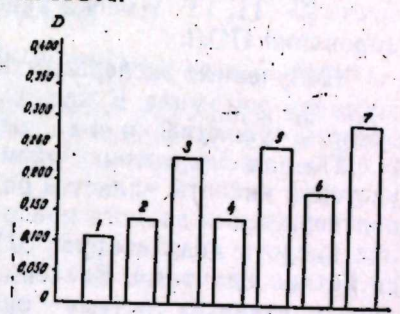
В течение одних суток после инъекции содержание МДА продолжает расти и превышает контрольный уровень более, чем в два раза, однако в течение недели количество МДА уменьшается до уровня контроля, что, по-видимому, связано с регулятивно-защитной способностью организма.

После двукратного введения моноидоксусной кислоты, которая приводит к деструкции и распаду фоторецепторных клеток, уровень МДА заметно высок.

Интересно отметить, что после трехкратного введения моноидоксусной кислоты количество МДА несколько уменьшается. По нашему мнению, уменьшение количества МДА в данном случае связано с полным распадом палочек и колбочек, липиды которых более сильно подвергаются перекисному окислению. После четырехкратной инъекции моноидоксусной кислоты уровень МДА сильно повышается.

В ранних экспериментах [2—4] установлено, что электрический ответ сетчатки изменялся уже через секунду после инъекции моноидоксусной кислоты и уничтожался полностью в течение 1—5 мин почти у всех исследуемых животных.

Первые офтальмоскопические видимые изменения появляются че-



Изменение количества МДА при экспериментальной дегенерации сетчатки: 1—контроль; 2—через 30 мин после однократного введения моноидоксусной кислоты; 3—через 24 ч после однократного введения; 4—через 7 дней после однократного введения; 5—после 2-кратного введения; 6—после 3-кратного введения; 7—после 4-кратного введения

рез сутки после инъекции. Лозинский и Робертис [5] электронно-микроскопическими исследованиями установили, что первыми изменяются наружные сегменты палочек и это видно через 3 ч после инъекции. По мнению других авторов, нарушения, связанные с введением моноiodоуксусной кислоты, сначала проявляются во внутренних сегментах, а затем уже распространяются на периферию [6, 7]. Как видно из приведенных данных, физиологические изменения в сетчатке происходят раньше, чем офтальмоскопические и гистологические.

Увеличение скорости ПОЛ через 20—30 мин после введения моноiodоуксусной кислоты свидетельствует о том, что ее действие в организме вызывает первоначальное физико-химические изменения, а затем уже гистологические и офтальмоскопические. Поэтому можно предположить, что структурные и офтальмоскопические изменения сетчатки в данном случае обуславливаются физико-химическими изменениями.

Механизм увеличения скорости ПОЛ под действием различных ядов еще полностью не раскрыт. В настоящее время имеется ряд предположительных объяснений данного механизма. По мнению Бутлера [14], токсичное действие различных ядов происходит в результате их распада с образованием свободных радикалов. Согласно этим представлениям, токсичность любого яда будет определяться активностью радикала, образовавшегося в результате реакции с продуктами нормального метаболизма. Образующиеся радикалы несомненно активно вмешиваются в метаболизм клетки и в результате этого действуют на функциональные группы белков мембран и ферментов, нарушая их функцию. По мнению других авторов, водородные атомы метиленовых мостиков в ненасыщенных жирных кислотах очень чувствительны к действию токсических веществ [9—11, 13]. Именно такое действие может быть результатом инициирования ПОЛ.

Полученные экспериментальные данные показывают, что введение в организм витамина Е как до, так и после инъекции моноiodоуксусной кислоты существенно уменьшается уровень МДА.

По нашему мнению, одним из возможных путей действия моноiodоуксусной кислоты является разрушение природных антиоксидантов. Для подтверждения данного предположения служит факт, что моноiodоуксусная кислота инактивирует SH-содержащие ферменты, которые являются антиоксидантами. Введение витамина Е, по-видимому, усиливает антиоксидативную систему организма, что способствует уменьшению МДА на фоне дегенерации сетчатки, вызванной введением моноiodоуксусной кислоты. В отличие от витамина Е, селенит натрия как до, так и после введения моноiodоуксусной кислоты не подавляет уровень ПОЛ.

На основании полученных результатов можно сделать заключение о том, что развитие дегенерации сетчатки, вызванной введением моноiodоуксусной кислоты, сопровождается закономерным усилением ПОЛ, что подвержено регулированию действию витамина Е.

Литература

1. Ойзерман М. В. „Успехи современной биологии“, 81, 3, 365, 1976.
2. Noell W. K. Cell. and Compar. Physiol., 37, 283, 1951 (a); Noell W. K. Jbid., 40, 25, 1952 (b); Noell W. K. Amer. J. Ophthalmol., 36, 103, 1953 (a); Noell W. K. Arch. Ophthalmol., 60, 702, 1958 (z); Noell W. K. Amer. J. Ophthalmol., 48, 347, 1959 (d).
3. Schubert G., Bornschein H. J. Cell. Biol., 57, 1, 117, 1951.
4. Babel J., Ziv B. Ophthalmologica, 132, (5), 1956.
5. Lasansky A., Robertis De E. J. Biophys. and Biochem. Cytol., 5, 245, 1959 (a); Lasansky A., Robertis De E.

- Jbid., 7, 679, 1960 (b).
6. Grignolo A., Orzalesi N., Caldbria G. A. Exp. Eye Res., 5, 86, 1966.
7. Orzalesi N., Vittone P. Att. cong. Ital. microscop., Bologna, 206, 1965.
8. Владимиров Ю. А., Арчаков А. И. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. Изд-во „Наука“, 1972.
9. Recknagel O. R., Shoshal A. K. Progr. Biochem. Pharm., 3, 450, 1967.
10. Meldolesi J. Exper. and Mol. Pathol., 9, 141, 1958.
11. Mchlan M. E. A. Brit. J. Exper. Pathol., 48, 632, 1967.
12. Hanstein W. G., Hatefi J. Arch. Biochem. and Biophys., 138, 87, 1970 (a); Hatefi J., Hanstein W. G. Arch. Biochem. and Biophys., 138, 73, 1970 (b).
13. Слепухина А. В. Автореф. канд. дисс. ИХФ АН СССР.
14. Butler T. C. J. Pharmacol. Exp. Therap., 134, 311, 1961.

Институт физиологии

Поступило 22. V 1980

Н. М. Магомедов, Н. К. Неиманзаде, А. И. Джафаров

КӨЗҮН ТОРЛУ ГИШАСЫНЫН ТЭЧРҮБИ ДЕКЕНЕРАСИЯСЫ ШЭРАНТИНДЭ ЛИПИДЛЭРИН ПЕРЕКИС ОКСИДЛЭШМЭСИННН ТЭДГИГИ

Моноiodоуксусная кислота туршусунун вена дахилинэ јеридилмәси нәтијәсиндә көзүн торлу гишасында баш верән тәчрүби декенерасија заманы липидләрдә сәрбәст радикаллы перекис оксидләшмәси тәдгиг олунмушдур. Тәчрүбәләр кәстәрир ки, моноiodоуксусная кислота туршусунун тәкәрар јеридилмәси нәтијәсиндә алынән декенерасијанын мұхтәлиф сәвијјәләриндә липидлэрин перекис оксидләшмә мәнсуллары артыр. Тәбии антиоксидант олан Е витаминини моноiodоуксусная кислотадан һәм әввәл, һәм дә сонра јеридилмәси көзүн торлу гишасы липидлэриндә перекис оксидләшмә сүр'әтинини гисмән нормаллашмасына сәбәб олур.

N. M. Magomedov, N. K. Neimanzade, A. I. Jafarov

STUDIES OF LIPIDS PEROXIDATION UNDER EXPERIMENTAL DEGENERATION OF RETINA

The change of lipids peroxidation of retina is investigated under experiment a degeneration elicited by moniodoacetic acid.

The obtained results show that forming of experimental degeneration of retina is accompanied by an increase of lipids peroxidation. An injection of vitamin E both before and after an action of moniodoacetic acid results in suppression of lipids peroxidation.

М. С. ХИЯЛОВ, И. Р. АМИРАСЛАНОВ, чл.-корр. Х. С. МАМЕДОВ,
Э. М. МОВСУМОВ

КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ СТРУКТУРА *n*-НИТРОБЕНЗОАТА ДИСПРОЗИЯ (III)

Как и следовало ожидать, характер заместителей бензойной кислоты в *n*-положении оказывает сложное влияние на стереохимию его комплексов с металлами редкоземельных элементов. Однако на данном этапе не представляется возможным расчленить экспериментальные результаты на отдельные эффекты особенностей заместителя, а именно: геометрию, донорные способности, возможности для образования водородных связей и т. д.

В частности, весьма неожиданным и непонятным для нас, в смысле высказанного, оказались результаты расшифрованной структуры *n*-нитробензоата диспрозия (III) $[Dy_2(OOCC_6H_4NO_2)_6 \cdot 5H_2O] \cdot H_2O$. Чем обусловлено преимущество тетрамерных структурных единиц в данном случае и, что вообще является определяющим для степени полимеризации структурных единиц этого класса соединений? С целью расширения фактического материала, необходимого для понимания этого вопроса представляют интерес структуры комплексов РЗЭ с возможно большим разнообразием замещений в *n*-положении. В настоящей работе даны результаты предварительных расшифровок *n*-нитробензоата диспрозия (III).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Кристаллы *n*-нитробензоата диспрозия (III) получены взаимодействием водных растворов *n*-нитробензоата натрия и $DyCl_3 \cdot 6H_2O$.

Так как попытки поиска монокристалла хорошего качества для съемки оказались безуспешными, для получения предварительного результата были вынуждены довольствоваться кристаллом невысокого качества.

Параметры триклинной ячейки определены на автоматическом дифрактометре Синтекс Р2: $a=13,699$ (13), $b=14,119$ (13), $c=14,720$ (12) Å $\alpha=94,090$ (7); $\beta=106,770$ (7)°, $\gamma=103,167$ (8), $V=2625,40$ Å³, $d_{\text{ввч}}=1,75$ г/см³, $z=4$, пр. гр. P1.

При расшифровке и уточнении структуры использовано 3932 независимых с $I > 2\sigma$, измеренных на том же дифрактометре (λ МоК_α, графитовый монохроматор). Все расчеты проведены на мини-ЭВМ "Нова-1200" по программам "XTL Синтекс".

Координаты атомов и их температурные факторы приведены в таблице.

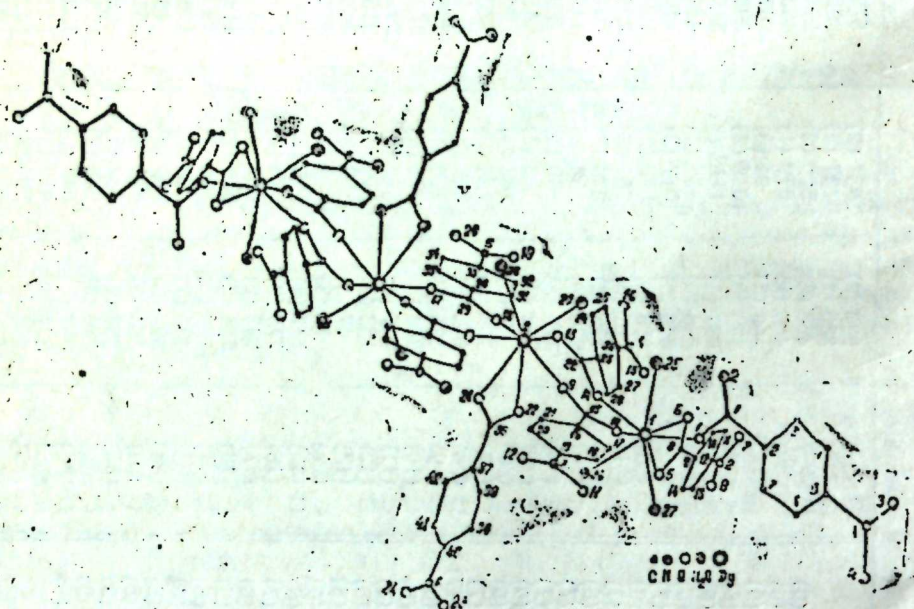
Координаты атомов и параметры температурных факторов (×10³)

Атомы	x	y	z	B	Атомы	x	y	z	B
Dy (1)*	2011 (2)	4670 (2)	4864 (2)	4,0 (6)	O (27)	983 (2)	631 (2)	579 (2)	34 (6)
Dy (2)*	5746 (2)	5060 (1)	1770 (2)	4,2 (6)	O (28)	386 (2)	437 (2)	95 (2)	4,0 (6)
O (1)	188 (2)	373 (2)	349 (2)	11,5 (9)	O (29)	468 (2)	520 (2)	291 (3)	5,6 (7)
O (2)	343 (2)	364 (2)	325 (2)	9,4 (8)	O (30)	466 (1)	679 (1)	403 (1)	4,2 (6)
O (3)	50 (3)	84 (2)	-109 (2)	3,3 (6)	N (1)	-9 (3)	91 (3)	-67 (3)	8,0 (9)
O (4)	96 (3)	75 (2)	-78 (2)	3,6 (5)	N (2)	143 (3)	1016 (2)	298 (3)	3,8 (7)
O (5)	248 (2)	588 (2)	423 (2)	7,4 (7)	N (3)	877 (3)	1112 (3)	335 (3)	6,2 (9)
O (6)	221 (2)	1060 (2)	392 (2)	3,8 (7)	N (4)	568 (3)	-37 (3)	431 (3)	6,8 (8)
O (7)	79 (3)	1048 (3)	282 (2)	3,6 (6)	N (5)	348 (3)	1017 (3)	40 (3)	8,0 (9)
O (8)	683 (2)	640 (2)	319 (3)	6,0 (7)	N (6)	1189 (3)	579 (3)	106 (3)	6,5 (9)
O (9)	794 (2)	670 (2)	441 (2)	2,8 (6)	N (7)	251 (3)	351 (3)	298 (3)	4,0 (9)
O (10)	935 (2)	1160 (2)	405 (2)	7,0 (7)	N (8)	173 (3)	270 (3)	204 (3)	4,0 (9)
O (11)	555 (2)	1121 (2)	245 (2)	4,3 (6)	N (9)	236 (3)	250 (3)	142 (3)	4,6 (9)
O (12)	843 (2)	360 (2)	250 (2)	6,9 (7)	N (10)	176 (3)	189 (3)	60 (3)	4,3 (9)
O (13)	695 (2)	419 (2)	388 (2)	2,8 (6)	N (11)	72 (3)	163 (3)	41 (3)	4,6 (9)
O (14)	639 (2)	-53 (2)	476 (2)	4,0 (6)	N (12)	67 (3)	124 (3)	94 (3)	4,4 (9)
O (15)	482 (2)	-95 (2)	390 (2)	9,0 (8)	N (13)	170 (3)	629 (3)	129 (3)	2,5 (6)
O (16)	555 (2)	360 (2)	250 (2)	3,4 (6)	N (14)	156 (3)	724 (3)	356 (3)	2,3 (5)
O (17)	518 (2)	1070 (2)	115 (2)	9,0 (8)	N (15)	224 (3)	772 (3)	322 (3)	2,0 (4)
O (18)	376 (2)	1057 (2)	-30 (2)	3,7 (6)	N (16)	153 (3)	872 (3)	291 (3)	2,6 (5)
O (19)	712 (2)	582 (2)	106 (2)	3,4 (5)	N (17)	67 (3)	916 (3)	316 (3)	3,3 (5)
O (20)	1239 (2)	523 (2)	146 (2)	7,5 (8)	N (18)	72 (3)	858 (3)	343 (3)	2,8 (6)
O (21)	1213 (2)	484 (2)	159 (2)	8,4 (7)	N (19)	747 (2)	696 (2)	367 (2)	2,1 (6)
O (22)	621 (2)	538 (2)	503 (2)	4,0 (6)	N (20)	833 (3)	867 (2)	354 (2)	2,3 (6)
O (23)	887 (2)	510 (2)	326 (2)	2,7 (5)	N (21)	775 (2)	800 (2)	436 (2)	3,1 (6)
O (24)	775 (2)	922 (2)	246 (2)	2,0 (5)	N (22)	747 (2)	969 (2)	419 (2)	4,1 (6)
O (25)	618 (3)	833 (3)	266 (2)	2,5 (6)	N (23)	858 (2)	806 (3)	126 (3)	3,9 (9)
O (26)	352 (3)	352 (3)	330 (3)	3,2 (8)	N (24)	458 (3)	898 (3)	128 (3)	3,6 (9)
O (27)	184 (3)	247 (3)	322 (3)	3,3 (9)	N (25)	435 (7)	924 (3)	40 (3)	5,3 (9)
O (28)	500 (3)	184 (3)	401 (3)	3,5 (9)	N (26)	387 (3)	871 (3)	53 (3)	4,8 (9)
O (29)	580 (3)	87 (3)	429 (3)	4,4 (9)	N (27)	397 (3)	782 (3)	-52 (3)	4,1 (9)
O (30)	683 (3)	124 (3)	402 (3)	4,2 (9)	N (28)	780 (3)	540 (2)	156 (3)	2,0 (7)
		223 (3)	26 (3)	2,7 (8)	N (29)	884 (3)	547 (3)	136 (3)	2,9 (9)
		650 (3)	35 (3)	4,2 (9)	N (30)	937 (3)	475 (3)	172 (3)	4,1 (9)
		752 (3)		2,7 (8)		1051 (3)	500 (3)	172 (3)	3,7 (9)
				4,0		1078 (3)	572 (3)	120 (3)	4,3 (9)
						1027 (3)	637 (3)	84 (3)	3,5 (9)
						920 (3)	624 (3)	92	

* ×10⁴

ОПИСАНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ

Кристаллическая структура $[\text{Dy}_2(\text{OOCCH}_2\text{NO}_2)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}] \cdot \text{H}_2\text{O}$ состоит из centrosymmetричных линейных тетрамерных молекул. На рисунке дана проекция одной молекулы на плоскость (010) и в рассматриваемом случае соседствующие в линейном тетрамере атомы диспрозия объединяются с помощью двух карбоксильных лигандов



Рисунок

бидентатно-мостикового типа. Все атомы диспрозия восьмикоординированы, однако координации симметрически независимых атомов различаются. Координация атома Dy (1) состоит из двух атомов кислорода мостиковых карбоксильных групп O(10) и O(14), которые имеют син-анти конфигурацию (среднее расстояние Dy(1)—O_{мост} 2,26 Å), двух атомов кислорода одной бидентатно-циклической группы O(5) и O(6) (среднее расстояние Dy(1)—O_{цикл} 2,46 Å), одного атома кислорода одной монодентатной группы O(1) (расстояние Dy(1)—O(1) 2,28 Å) и трех молекул воды (среднее расстояние Dy(1)—O_{H₂O} 2,43 Å).

В координацию Dy(2) входят четыре атома кислорода от четырех карбоксильных групп бидентатно-мостикового типа O(9), O(13), O(18) и O(19) (среднее расстояние Dy(2)—O_{мост} 2,31 Å), два кислорода от одного бидентатно-циклического карбоксила O(21) и O(22) (среднее расстояние Dy(2)—O_{цикл} 2,45 Å) и две молекулы воды (среднее расстояние Dy(2)—O_{H₂O} 2,49 Å).

Расстояние между атомами металла Dy(1)'—Dy(2) равно 4,96 Å, а между Dy(2)—Dy(2)'—4,99 Å. Формулу тетрамера можно записать в виде $[\text{Dy}_4(\text{OOCCH}_2\text{NO}_2)_{12} \cdot 10\text{H}_2\text{O}]$.

Сопоставление средних значений расстояний M—O_{мост} и M—O_{цикл} показывает, что кислород лигандов мостикового типа значительно ближе к атомам металла, чем кислород лигандов циклического типа.

Среднее значение валентных углов и межатомных связей в лигандах в целом практически то же, что и в аналогичных фрагментах, близких по строению лигандов [1]. Однако имеются большие отличия в значениях этих углов и расстояний, что вызвано нехорошим качеством кристалла, выбранного для эксперимента.

В элементарной ячейке кроме десяти внутренних молекул воды, имеются еще две внешнесферные. Таким образом, общей формулой комплекса будет $[\text{Dy}_4(\text{OOCCH}_2\text{NO}_2)_{12} \cdot 10\text{H}_2\text{O}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, соответствующая формула для иттриевого аналога имела вид $[\text{Y}_4(\text{OOCCH}_2\text{NO}_2)_{12} \cdot 8\text{H}_2\text{O}] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, которая отличается распределением молекул воды во внутренней и внешней сферах. Средний атомный объем для рассмотренного в работе комплекса (11,10 Å³) больше, чем для иттриевого аналога, что, по-видимому, связано со сравнительно большей плотностью водородных связей в последней структуре.

Литература

Colapietro M., Domenicano A. Acta crystallogr., B 33, 2240, 1977.

Институт неорганической и физической химии

Поступило 17. VI 1980

М. С. Хижалов, И. Р. Эмирасланов, Х. С. Мамедов, Е. М. Мовсумов
ДИСПРОЗИЙ (III) п-НИТРОБЕНЗОАТЫН КРИСТАЛ ВЭ МОЛЕКУЛЯР
ГУРУЛУШУ

Мегалэдэ рентгеноструктур тэдгигат методу илэ („Синтекс Р21“ автоматик дифрактометри, λMo K_α, агыр атом методу) диспрозий (III) п-нитробензоатын, $[\text{Dy}_2(\text{OOCCH}_2\text{NO}_2)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}] \cdot \text{H}_2\text{O}$ кристал вэ молекуляр гурулушу өрөнгилимишдир. Триклиник гэфэсин параметрлэри: $a=13,699$ (14), $b=14,119$ (13), $c=14,720$ (12) Å, $\alpha=94,090$ (7), $\beta=105,770$ (7), $\gamma=103,167$ (8), $V=2625,40$ Å³, $Z=4$, $d_{\text{теор}}=1,75$ г/см³, фэза групу $P\bar{1}$ $R=0,073$.

Гурулуш хэтти тетрамер молекулардан ибарэтдир. Нэр ики диспрозий атомунун координация эдэди 8-дир. Dy—O вэ Dy—OH₂ мөсәфәлэринин орта гиҗәти уҗуи оларга 2,35 вэ 2,45 Å-дыр.

M. S. Khialov, I. R. Amiraslanov, Kh. S. Mamedov, E. M. Movsumov
THE CRYSTAL AND MOLECULAR STRUCTURE OF
 $[\text{Dy}_2(\text{OOCCH}_2\text{NO}_2)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}] \cdot \text{H}_2\text{O}$

The crystal structure of $[\text{Dy}_2(\text{OOCCH}_2\text{NO}_2)_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}] \cdot \text{H}_2\text{O}$ has been studied by X-ray method. The parameters of triclinic cell are $a=13,699$ (14), $b=14,119$ (13), $c=14,720$ (12) Å, $\alpha=94,090$ (7), $\beta=105,770$ (7), $\gamma=103,167$ (8), $V=2625,40$ Å³, $Z=4$, $d_{\text{cal}}=1,75$ g/cm³, space group being $P\bar{1}$, $R=0,073$.

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

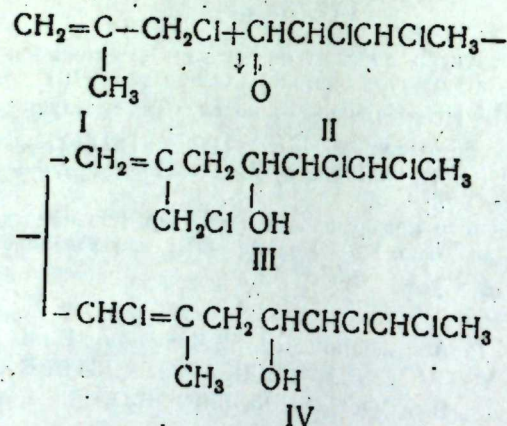
ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАКЦИИ ХЛОРИСТОГО МЕТАЛЛИЛА С 2,3-ДИ-ХЛОРМАСЛЯНЫМ АЛЬДЕГИДОМ В ПРИСУТСТВИИ КИСЛОТ ЛЬЮИСА

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

Ранее показано, что конденсация α -олефинов дихлоральдегидом в присутствии кислот Льюиса протекает по еновому синтезу с образованием β - γ -этилензамещенного дихлоргидрина [1-3].

Продолжая исследования с целью изучения направления реакции конденсации дихлоральдегидов с олефином, мы изучали взаимодействие хлористого металлила (I) с 2,3-дихлормасляным альдегидом (II) в присутствии катализатора типа кислот Льюиса.

При конденсации (I) с (II) выявлено, что реакция в отличие от α -олефинов с (II), протекает в двух направлениях:



Строение непредельных трихлоргидринов устанавливалось данными элементного анализа и с помощью ИК- и ПМР-спектров.

В ИК-спектрах найдены характерные полосы валентных и деформационных колебаний конечной метиновой и метиленовой групп, а также полосы для ассоциированной ОН-группы и С-Сl связи.

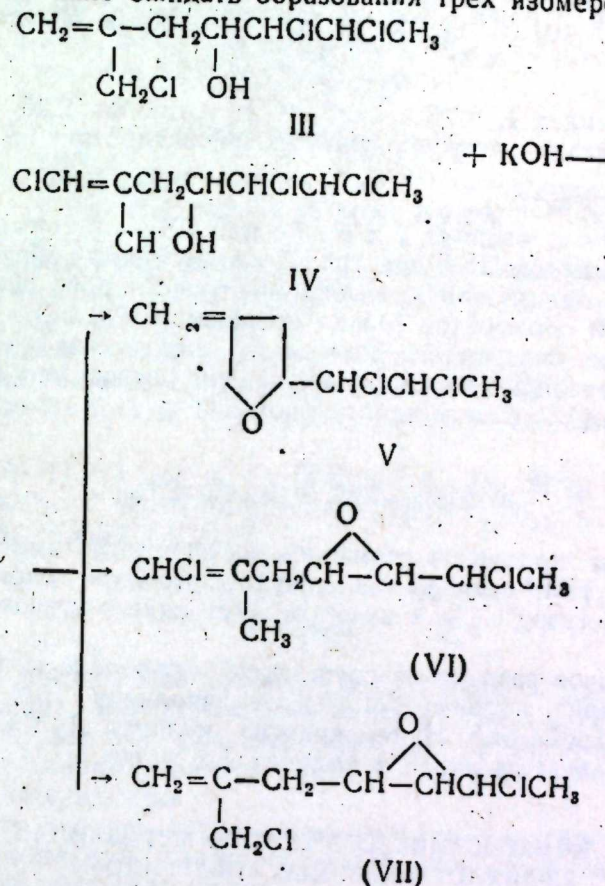
Спектры ПМР (δ , шкала) указывают на присутствие для соединения (IV) синглетного сигнала 5,9 м. д. (IH, CHCl=), аналогично для соединения (III) (с учетом неэквивалентности олефиновых прото-

нов $-\text{C}=\text{CH}_2$ группы) отнесены сигналы при 5,1 и 5,25 м. д., синглет в области 1,85 м. д. для $(=\text{C}-\text{CH}_3)$ и дублет 1,5 м. д. $(-\text{CHCl}-\text{CH}_3)$,

что указывает на образование изомеров (III) и (IV).

Исследования показали, что природа катализатора оказывает существенное влияние на соотношение (III) и (IV). В случае применения катализатора хлорного олова соотношение (III) и (IV) составляет 1:4, а в случае хлористого алюминия 3:2 соответственно.

После дегидрохлорирования соединений (III, IV) щелочью в среде эфира, можно было ожидать образования трех изомеров:



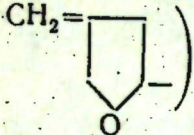
Для установления состава продуктов дегидрохлорирования ИК-спектров и спектров ПМР, использован метод ГЖХ. Наличие на хроматограмме 2-х пиков указывает на присутствие 2-х изомеров в смеси в соотношении 4:1 и 3:2.

ПМР-спектр продуктов дегидрохлорирования показал также наличие 2-х изомеров (V, VI).

Окончательный вывод о структуре смеси изомеров сделан после разделения с помощью препаративной ГЖХ.

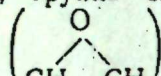
ПМР-спектр (δ , шкала) однозначно показал, что выделенный в большом количестве компонент относится к соединению (V). Весьма

характерным для доказательства соединения (V) является появление в слабом поле 5,0 м.д. олефиновых протонов группы ($2H, CH_2=$), мультиплета 4,5—4,75 м.д. ($1H, CHO$) мультиплета



4,25—4,5 м.д. ($2H, CH_2O$), группы спектров в области 3,85—4,25 ($2H, (CHCl)_2$); протона тетрагидрофуранового кольца в виде мультиплета в области 2,6—2,85 м.д.; дублета при 1,5 м.д. (CH_3CHCl-).

ПМР-спектр (δ , м.д.) второго из выделенных компонентов, указывает на структуру соединения (VI) и имеет следующие химические сдвиги: синглет 6,0 ($CHCl=$), группа спектров в области 3,5—3,75



(CH_2Cl), мультиплет 2,75—3,1 ($CH-CH$), дублет 2,25 ($-CH_2-$ в аллильном радикале), частично-уширенный синглет при 1,85 ($CH_3C=$),

дублет 1,5 (CH_3CHCl-).

Таким образом, наличие 2-х пиков при ГЖХ, а также отсутствие характерных сигналов ПМР-спектра, доказывающих образование соединения (VII), однозначно указывает на то, что при дегидрохлорировании (III, VI) образуются только соединения (V, VI).

Образование эпоксидного кольца в соединении (VI) доказано получением неопределенного хлорсодержащего диоксана (VIII) путем взаимодействия (VI) с метилэтилкетонем.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК-спектры продуктов снимались на спектрофотометре UR-20 в тонких слоях, ПМР-спектры на спектрофотометре марки „Вариан“ (100 Мгц) в растворе CCl_4 , в качестве внутреннего эталона использовался ГМДС.

Препаративное разделение соединений проводилось на приборе „Varian Аеготгар“, колонка $400 \times 0,4$ см заполнена 15% Реоплекс—4,00 (вес.) на хроматоне Н, температура колонки $140^\circ C$, давление газа-носителя (азот) на входе в колонку 1,2 кг/см².

1. КОНДЕНСАЦИЯ ХЛОРИСТОГО МЕТАЛЛИЛА С 2,3-ДИХЛОРМАСЛЯНЫМ АЛЬДЕГИДОМ

В охлажденной (-10°) смеси 14,12 г (0,1 гмоль) 2,3-дихлормасляного альдегида, 40 мл б-зводного бензола, 2,6 г (0,01 гмоль) хлорного олова при перемешивании приливали 18 г (0,2 гмоль) хлористого металла. Перемешивание продолжали при $20^\circ C$ в течение 24 ч. После соответствующей обработки продукта реакции, сушки сульфатом магния и отгонки бензола, остаток перегоняли в вакууме. Выделено (65%) аддукта, состоящего из смеси 1, 5, 6-трихлор-2-метил-гептен-1-ол-4 (III) и 5, 6-дихлор-2-хлорметил-гептен-1-ол-4 (IV).

Т. кип. $130-131/3$ мм, n_D^{20} 1,5026, d_4^{20} 1,2369; Найдено, %: С 41,46; Н 5,62; Cl 45,81. $C_8H_{13}Cl_3O$. Вычислено, %: С 41,50; Н 5,66; Cl 45,93.

2. ДЕГИДРОХЛОРИРОВАНИЕ СМЕСИ ИЗОМЕРОВ (III и IV)

23,1 г (0,1 гмоль) смеси соединений (III, VI) и 12 г (0,2 гмоль) едкого кали в эфире перемешивали в течение 8 ч при $36-40^\circ C$. После соответствующей обработки перегонкой под вакуумом выделяли продукт, состоящий из смеси соединений (V) и (VI), с выходом 75%.

Т. кип. $91-93/2,5$ мм, n_D^{20} 1,4880, d_4^{20} 1,1715. Найдено, %: С 49,55; Н 6,67; Cl 36,91; $C_8H_{12}Cl_2O$. Вычислено, %: С 49,25; Н 6,20; Cl 36,34.

После разделения на препаративной хроматограмме [соединений (V) и (VI)] получены следующие константы: для соединения (V): d_4^{20} 1,2010; n_D^{20} 1,4973; MR 47,55, выч. 47,85. Найдено, %: С 49,61; Н 6,29; Cl 36,91; $C_8H_{12}Cl_2O$. Вычислено, %: С 49,25; Н 6,20; Cl 36,34; для соединения (VI): d_4^{20} 1,1529; n_D^{20} 1,4824, MR 48,27, $C_{18}H_{12}Cl_2O$. Вычислено, %: С 49,25; Н 6,20; Cl 36,34.

3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ 2,6-ДИХЛОР-2-МЕТИЛ-4,5-ЭПОКСИГЕПТЕН-1 (VI) С МЕТИЛЭТИЛКЕТОНОМ

К смеси, состоящей из 5 г сухого метилэтилкетона и 0,01 мл эфира трехфтористого бора, небольшими порциями, в течение часа при $60^\circ C$, прибавляли 1 г (VI).

Перемешивание продолжали еще 7 ч. После отгонки избытка метилэтилкетона остаток перегоняли в вакууме. Получен 2-метил-2-этил-4-(1-хлор-2-метил-пропен-1)-5-(1-хлорэтил)-1,3-диоксалан (VIII). Выход—70%.

Т. кип. $116-118/5$ мм, d_4^{20} 1,1400, n_D^{20} 1,4886, MR 67,60, выч. 67,97. Найдено, %: С 53,31; Н 7,08; Cl 26,81; $C_{12}H_{20}Cl_2O_2$. Вычислено, %: С 53,94; Н 7,54; Cl 26,54.

Выводы

1. Изучена конденсация хлористого металла с 2,3-дихлор-масляным альдегидом в присутствии катализаторов типа кислот Льюиса. Показано, что указанная реакция протекает по новому синтезу с образованием изомерных трихлоргидринов, соотношение которых зависит от типа катализатора.

2. Показано, что при дегидрохлорировании трихлоргидринов получают неопределенный хлорсодержащий эпоксид и неопределенный хлорсодержащий тетрагидрофуран.

Литература

1. Садых-заде С. И., Ахмедов М. А., Мамедов Г. Х., Кязимов Ш. К. Авт. свид. 402525. Бюл. изобр. № 42, 1973.
2. Садых-заде С. И., Ахмедов М. А., Мамедов Г. Х. ЖОрХ 9, 66, 1973.
3. Мовсумзаде М. М., Мамедов Г. Х., Садых-заде С. И., Ахмедов М. А. Уч. зап. АЗИНЕФТЕХИМа им. М. А. Азизбекова, 1, 87, 1973.

Институт хлорорганического синтеза

Поступило 3. III 1980

М. Э. Әһмәдов, С. Н. Садых-заде, Ш. К. Қазымов, Р. Н. Ахундова,
Р. А. Гурбанова, Л. М. Бабајева, М. Б. Шукүрова

**ЛУЈИС ТУРШУЛАРЫНЫН ИШТИРАКЫ ИЛӘ МЕТАЛЛИЛ-ХЛОРИДИН
2,3-ДИХЛОРЈАҒ АЛДЕҺИДИЛӘ РЕАКСИЈАСЫНЫН ТӘДГИГИ**

Мәғаләдә Лујис туршуларынын иштиракы илә металл-хлоридин 2,3-дихлорјағ-алдеһидилә конденсацијасы реакцијасы өјрәнилмиш вә көстәрилмишдир ки, бу реакција јей синтези истигамәтиндә кедәрәк нисбәтләри катализаторун нөвүндән асылы олараг дәјишән дојмамыш үчхлорһидрин изомерләринин алынмасы илә нәтичәләнир.

Мүәјјән едилмишдир ки, дојмамыш үчхлорһидринләрин деһидрохлорлашмасы заманы дојмамыш хлорепоксид вә дојмамыш хлортетраһидрофуран әмәлә кәлир.

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

**THE STUDIES OF REACTION OF METALLYLCHLORIDE WITH
2,3-DICHLORBUTYRIC ALDEHYDE IN THE PRESENCE OF LEWIS ACIDS**

Condensation of metallylchloride with 2,3-dichlorbutyric aldehyde in the presence of Lewis acid type catalyst is studied. It is shown that the reaction mentioned proceeds according to yenic synthesis resulting in formation of isomeric trichlorhydri-nes, whose proportion depends on the catalyst type.

It has been shown that in dehydrochlorination of trichlorhydrine unsaturated chlorinated epoxide and unsaturated chlorinated tetrahydrofuran are obtained.

АЗӘРБАЈҶАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVII ЧИЛД

№ 2

1981

УДК 678.742.3.02:66.035.262.

ХИМИЯ ПОЛИМЕРОВ

А. А. БУНИЯТ-ЗАДЕ, САЛАХ АБДЕЛЬ АЗИЗ АХМЕД ТУРК,
З. А. САДЫХОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ МОЛЕКУЛЯРНО-МАССОВЫХ
И СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОПОЛИМЕРОВ
ЭТИЛЕНА С ОКТЕНОМ-1**

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

Благодаря высоким физико-химическим и физико-механическим свойствам, сополимеры этилена с низшими α -олефинами в настоящее время широко используются в быту, а также в различных отраслях техники [1, 2, 3, 4]. В последние годы появились публикации, в которых описаны сополимеры этилена с высшими α -олефинами, в частности гексен-1 (СЭО-1) и октен-1 (СЭО-1) [5, 6, 7]. В этих работах указывается, что СЭГ-1 отличается от ранее известных сополимеров этилена низшими α -олефинами высокой устойчивостью к ползучести и растрескиванию в агрессивных средах.

В связи с развитием процессов высокотемпературной полимеризации этилена стало возможным организация крупнотоннажного производства высших α -олефинов, в частности октена-1.

В связи с этим большой интерес представляло комплексное исследование реакции сополимеризации с октен-1 и изучение важнейших характеристик синтезированных образцов СЭО. Методика и условия синтеза были аналогичными, описанным в работах [6, 7].

В настоящей работе приведены наши первые результаты по изучению некоторых молекулярно-массовых и структурных характеристик СЭО. Для установления композиционного состава приведены данные ИК-спектроскопии и рентгеноструктурного анализа узких фракций СЭО.

ММР-сополимера определяли на колонке с подвижным градиентом температуры с использованием системы—бензиновый спирт—декалин при соотношении 60:40, соответственно. Подробная методика фракционирования описана в [8].

В табл. 1 приведены молекулярно-массовые характеристики сополимера этилена с октен-1, синтезированным при 140°С, давлении 40 атм, в среде бензина „Экстра“ с участием окиснохромового катализатора.

Образец СЭО, молекулярно-массовые характеристики которого приведены в табл. 1, был подвергнут фракционированию на колонке с подвижным градиентом температуры. На рис. 1 приведены интегральная и дифференциальная кривая ММР у СЭО. Как видно из рис. 1, дифференциальная кривая ММР у СЭО бимодальна с максимумами в области 15 и 175 тыс.

Таблица 1

Молекулярно-массовые характеристики СЭО (содержание октена-1 в составе сополимера 3%)

$[\eta]$ 130 °C декалин	$\bar{M}_n \cdot 10^3$	$\bar{M}_w \cdot 10^3$	$\bar{M}_n \cdot 10^3$	$\bar{M}_z \cdot 10^3$	$\bar{M}_w/\bar{M}_n$	$\bar{M}_z/\bar{M}_w$
2,26	126	129	53	167	2,43	1,3

Примечание. $[\eta]_{\text{дек}}^{130}$ — характеристическая вязкость; $\bar{M}_n$ — вязкостная молекулярная масса; $\bar{M}_w$ — средневесовая мол. масса; $\bar{M}_n$ — среднечисловая мол. масса; $\bar{M}_z$ — среднедедекационная мол. масса.

Бимодальность кривой ММР в определенной степени объясняется природой самой реакции сополимеризации этилена с октеном-1 на окиснохромовом катализаторе.

Структуру СЭО изучали методами рентгеноструктурного анализа и ИК-спектроскопии.

Рентгеновскую кристалличность изучали на установке ДРОН-2. Полученные дифракционные кривые различных узких фракций и исходного образца сополимера представлены на рис. 2. Они были далее обчислены методом Германса-Вейдингера [9] и

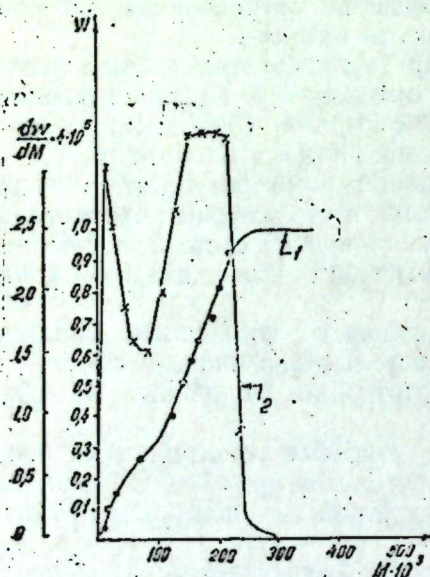


Рис. 1. Интегральная (1) дифференциальная (2) кривая молекулярно-массового распределения в образце СЭО.

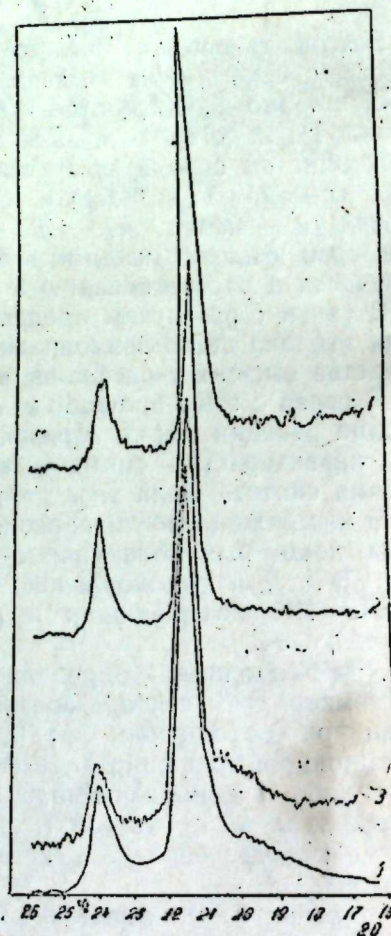


Рис. 2. Дифракционные кривые СЭО (4) и его узких фракций: 1 — фракция 2; 2 — фракция 9; 3 — фракция 11.

определены соответствующие им степени кристалличности. Подсчитанные указанными методами степени кристалличности СЭО-1 и его узких фракций в табл. 2.

Таблица 2

Кристалличность СЭО-1 и его узких фракций

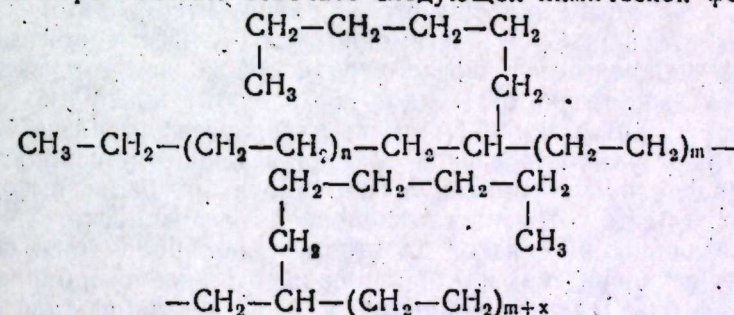
№ пп.	Полимер	Кристалличность, %
1	СЭО-1	60
2	Фракция 2	75
3	5	74
4	9	73
5	11	70

Анализ данных табл. 2 показывает, что степень кристалличности узких фракций СЭО-1 несколько выше по сравнению со степенью кристалличности исходного СЭО-1. У низкомолекулярных фракций степень кристалличности достигает 75%.

Относительно высокая степень кристалличности узких фракций СЭО-1 в определенной степени может быть объяснена очень низкой их полидисперсностью, значения $\bar{M}_w/\bar{M}_n$ которых обычно равны $1,02 \pm 0,001$. Кроме того, высокая степень кристалличности как исходного, так и фракций СЭО-1 в определенной степени связаны со структурой сополимера.

На рис. 3 приведены ИК-спектры СЭО-1 и его фракций. Из рисунка видно, что ИК-спектры этих образцов СЭО-1 идентичны. Анализ ИК-спектров (рис. 3) показал, что интенсивности полосы 1378 (характеризующий наличие CH_3 групп) для фракций с молекулярной массой 117 000; 179 000; 187 000 и 220 000 мало отличаются друг от друга. Несколько меньше эта интенсивность наблюдается у самых низкомолекулярных фракций, например, у фракций с мол. массой 21 000.

Таким образом, на основе рентгеноструктурного и ИК-анализов узких фракций СЭО-1 можно заключить, что композиционный состав СЭО-1, полученный с участием окиснохромового катализатора, практически незначительно отличается друг от друга. Структура СЭО-1 с большей вероятностью отвечает следующей химической формуле



где значения n , m и x могут изменяться в широких пределах, тогда как октеновые молекулы, с большей вероятностью распределяются в составе сополимера одиночно.

Наличие в составе СЭО-1 бокового гексенового разветвления придает специфические особенности его макромолекулы. Эти особен-

ности хорошо проявляются при исследовании объемных характеристик СЭО-1 дилатометрическим методом.

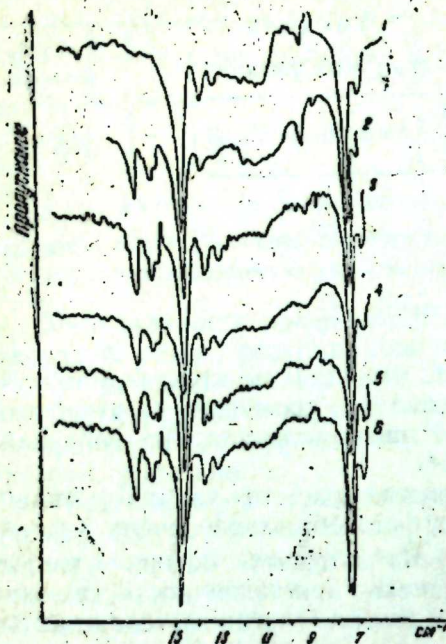


Рис. 3. ИК-спектры СЭО (2) и его узких фракций: 2—фракция 2; 3—фракция 5; 4—фракция 8; 5—фракция 9; 6—фракция 11.

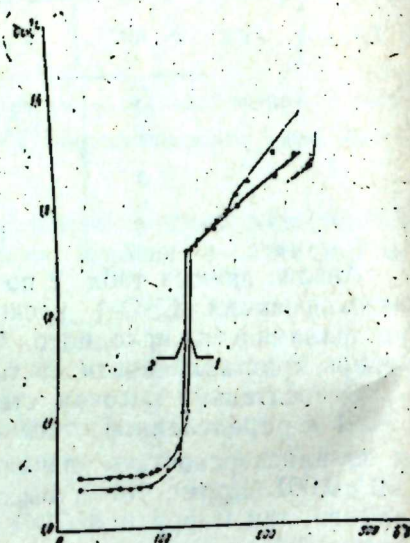


Рис. 4. Дилатометрические кривые зависимости $V-T$ сополимера этилена с октен-1 (1) и полиэтилена высокой плотности (2). (Кр. 2 приведена для сравнения с кр. 1).

На рис. 4 приводится зависимость $V-T$ для образцов СЭО-1 и полиэтилена высокой плотности (ПЭВП), полученная в режиме охлаждения в температурном диапазоне, характеризующем данный палиолефин во всех возможных состояниях—твердом, высокоэластическом (переходном) и текучем. Как видно из рис. 4, характер кривой $V-T$ для СЭО-1 и ПЭВП специфичен и характеризуется разными значениями V при данной T , а также различным характером изменения V в зависимости от T .

Несколько необычным является верхняя ветвь дилатометрической кривой охлаждения СЭО-1. А именно: если провести прямые линии по точкам верхней ветви дилатометрической кривой охлаждения, то получается два участка от 120 до 165° и от 165 до 230° С.

Создается впечатление, что при охлаждении расплава СЭО-1 до точки температуры интенсивной кристаллизации, происходит частичное упорядочение макромолекул сополимера при более высоких температурах. Вместе с тем, при исследовании зависимости $V-T$ у полиэтиленов высокой и низкой плотности у полипропилена, полибутена, поли-4-метилпентена и сополимеров этилена с пропиленом или бутеном-1 мы на дилатометрической кривой не наблюдали высокотемпературной области "предкристаллизации" [10].

По-видимому, обозначенные два участка на верхней ветви дилатометрической кривой охлаждения расплава СЭО-1 определенным образом связаны с природой бокового генсенового ответвления. Можно предположить, что при охлаждении расплава СЭО-1 началу кри-

сталлизации предшествует образование микрокристаллических участков за счет бокового ответвления, которое в свою очередь способствует повышению скорости кристаллизации всей макромолекулы. При этом, видимо, микрокристаллические участки, образовавшиеся за счет боковых C_6 -ответвлений встраиваются вдоль основной цепи или в свободном объеме.

Эти предположения хорошо согласуются с данными, полученными нами при расчете относительной доли "свободного объема" (V_f) у ПЭВП и у СЭО-1, которые были равны 0,025 и 0,003, соответственно.

Выводы

1. Исследованы молекулярно-массовые характеристики СЭО, полученные с участием окиснохромовых катализаторов.
2. Структура сополимера и его узких фракций изучена рентгеноструктурным анализом и ИК-спектроскопией. Показано, что узкие фракции СЭО не отличаются друг от друга композиционной неоднородностью.
3. Исследованы зависимости изменения удельного объема СЭО от температуры. Показано, что зависимость $V-T$ для СЭО имеет ложный состав и характеризуется высокотемпературной "предкристаллизацией".

Литература

1. Далин М. А., Письман И. И., Бахши-заде А. А., Бунят-заде А. А. «ДАН СССР», 5, т. 133, 1084—1085, 1960.
2. Бунят-заде А. А., Касимов Т. М., Данилова Н. А., Далин М. А. «ДАН Азерб. ССР», № 6, 22—25, 1969.
3. Сагалаев Г. В., Бунят-заде А. А., Исмаилов Т. М., Гасанов Р. А., Исмаилов Э. А. «Азерб. хим. ж.», № 4, 36—39, 1974.
4. Хем Д. «Сополимеризация». Под ред. чл.-корр. АН СССР Кабанова В. А. «Химия», 1971.
5. Финогенова Л. Т., Бунят-заде А. А., Плаксунов Т. К. «Азерб. хим. ж.», № 5, 46—48, 1976.
6. Финогенова Л. Т., Бунят-заде А. А., Плаксунов Т. К. Жур. ВМС, т. XX, Б. 6, 459—461, 1978.
7. Финогенова Л. Т., Захаров В. А., Бунят-заде А. А., Бутов Г. Д., Плаксунов Т. К. Жур. ВМС, т. XII, А, № 2, 404—409, 1980.
8. Бунят-заде А. А., Осипов Е. А., Азимова Н. Б. Жур. ВМС, № 3, 722—724, 1972.
9. Мартынов М. А., Рылежанина К. А. Рентгенография полимеров, стр. 93. «Химия», М., 1972.
10. Исмаилов Л. А. Канд. дисс. МИТХТ им. В. Ломоносова, М., 1977.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 9. VI 1980

А. Э. Бунятзаде, Салах Абдел Эзиз Эһмед Түрк, З. А. Садыхов

ЭТИЛЕН-ОКТЕН-1 БИРКЭ ПОЛИМЕРИНИН БЭЗИ МОЛЕКУЛАР КҮТЛЭ ВЭ СТРУКТУР ХАССЭЛЭРИНИН ТЭДГИГИ

Мәгаләдә хромоксид катализаторунун иштиракы илә алынган этилен-октен-1 биркә полимеринин полидисперсия, молекул күтләси, кристаллыг дәрәжәси мүүжән едилмишдир. Биркә полимерин һәм хассәләри дилатометрик үсүллә тәдгиг едилмишдир. Мүүжән едилмишдир ки, биркә полимерин $V-T$ асылылыгы мурәккәб характердәдир.

A. A. Buniyat-zadeh, Salah Abdel Aziz Ahmed Turk, Z. A. Sadykhov

STUDY OF SOME MOLECULAR-WEIGHT AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF ETHYLENE-1-OCTENE COPOLYMERS

Molecular-weight characteristics and fractional composition have been studied for ethylene-1-octene copolymers (EOC) obtained over a chromic catalyst.

Structural characteristics of EOC have been investigated by IR-spectroscopy and X-ray diffraction analysis. It has been shown that the degree of crystallinity of EOC and its narrow fractions is 60% and 73—75%, respectively. Volume characteristics of EOC have been studied by dilatometric technique. The $V-T$ relationship for EOC has been found to be of a complicated nature and can be characterized by the region of high-temperature "preciprecrystallization".

Т. Ш. САЛАВАТОВ, Х. Б. ГЕЗАЛОВ, М. К. КЕРИМОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ЭПР МЕХАНИЗМА БАРООБРАБОТКИ НЕНЬЮТОНОВСКИХ НЕФТЕЙ

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

Многочисленными исследованиями [1—3] установлено, что в результате барообработки неньютоновские нефти и системы приобретают свойства ньютоновских жидкостей. В свою очередь последние приводят к возрастанию дебитов скважин, продуцирующих неньютоновские нефти и к снижению пусковых давлений при трубопроводном транспорте подобных нефтей.

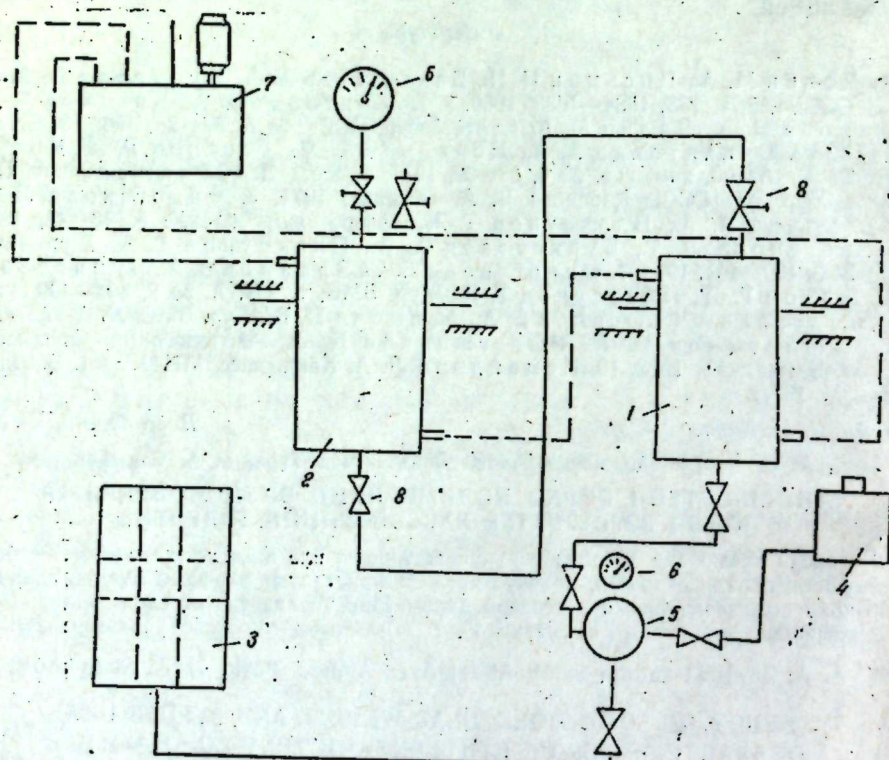


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для барообработки неньютоновских систем

Схема экспериментальной установки для барообработки неньютоновских систем приведена на рис. 1. Опыты осуществлялись следующим образом: исследуемая нефть помещалась в бомбу РУТ (рис. 1) и в контейнер высокого давления—2, после чего тщательно вакуумировалась.

Температура поддерживалась на заданном уровне термостатом—7. В контейнере—2 создавалось избыточное давление путем поджима поршня прессы—3, причем нагружение системы до достижения заданного давления P_0 производилось за возможно короткое время. Затем, вентилем—8 контейнер отсекался от бомбы РУТ, после чего по образцовому манометру—6 наблюдалось падение давления до некоторой стабилизированной величины.

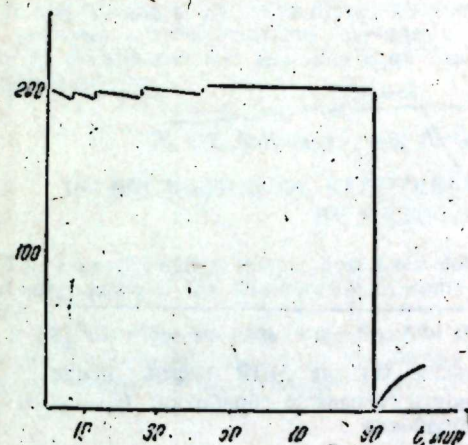


Рис. 2. Изменение давления в результате барообработки нефти месторождения "Кюрсанг"

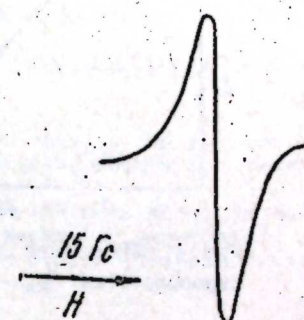


Рис. 3. Сигнал ЭПР нефти месторождения "Кюрсанг"

В данном случае для сокращения времени барообработки повторные нагружения системы до начального значения давления P_0 производились не дожидаясь падения давления до стабилизированной величины.

После нескольких циклических нагружений наступает момент, начиная с которого давление остается постоянным (рис. 2). В этом случае система считается барообработанной.

Непосредственно методика проведения опыта указывает на то, что гидродинамика не несет ответственности за механизм барообработки. Для вытеснения процессов, протекающих в нефтях при барообработке, нами применен метод ЭПР.

Исследовались образцы смолисто-асфальтеновых нефтей месторождения Кюрсанг, а также легких светлых нефтей и трансформаторного масла. Регистрация спектров ЭПР барообработанных нефтей производилась в сравнении с образцами, не подвергавшимися обработке на спектрометре РЭ-1301.

В образцах светлых нефтей и трансформаторного масла сигнала ЭПР не было обнаружено, тогда как у тяжелых нефтей регистрируется интенсивный сигнал ЭПР с шириной линии $5 \div 7$ Гс и g -фактором $2,003 \div 2,004$ (рис. 3). Это позволило нам относить наблюдаемый сигнал за счет смолисто-асфальтеновых компонентов. Аналогичное предположение было сделано в работах [4, 5]. Ряд авторов [6, 7] высказывают мнение, что парамагнетизм нефти обязан нечетному числу углеродных атомов в ароматических структурах, а центрами парамагнетизма являются свободные радикалы или ионы.

Было установлено, что в результате барообработки нефти происходит изменение интенсивности I сигнала ЭПР, которая связана с изменением концентрации парамагнитных центров (ПЦ).

По истечении некоторого периода времени (в данном случае 8 суток) система вновь приходит к своему исходному состоянию (рис. 4). Как следует из рисунка, возвращение системы к исходному состоянию имеет сложный характер, отражающий некоторые неравновесные процессы, протекающие в структуре нефти после ее барообработки. Если

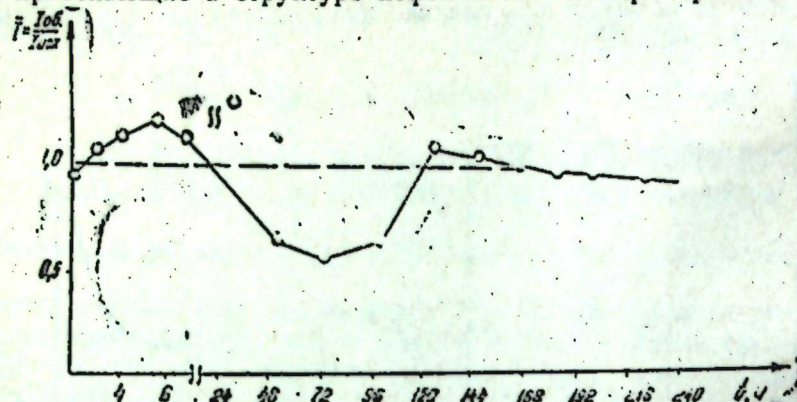


Рис. 4. Изменение интенсивности сигнала ЭПР нефти после барообработки: $I_{исх.}$ — интенсивность сигнала до обработки; I_{06} — после обработки

основываться на свободнорадикальной природе парамагнетизма смолисто-асфальтеновых компонентов нефти, то увеличение парамагнетизма в результате барообработки можно отнести за счет разрушения полициклических структур смол-асфальтенов с образованием неспаренных спинов. Подтверждением этому является уменьшение вязкости нефти после барообработки.

Образующиеся «осколочные» молекулы со свободными связями являются весьма устойчивыми и сохраняются в течение нескольких часов (начальный участок на рис. 4). При дальнейшем хранении образца интенсивность сигнала ЭПР уменьшается до значения, меньшего чем исходная интенсивность сигнала. Это, вероятно, связано с тем, что помимо рекомбинации вновь образовавшихся радикалов происходит также окисление некоторой их части в результате реакций с кислородом воздуха. И исходу седьмых суток хранения обработанной нефти система возвращается в равновесное состояние, характеризующее концентрацией ПЦ, равной концентрации в необработанной нефти.

Анализ приведенных результатов показал, что при барообработке неньютоновских нефтей и систем, помимо изменения их реологических свойств, происходит также изменение парамагнитных свойств, связанных, по-видимому, со структурными перестройками в нефти.

Литература

1. Мирзаджанзаде А. Х., Мамедзаде Р. Б. и др. Изв. вузов. «Нефть и газ», № 2, 53—58, 1976.
2. Мирзаджанзаде А. Х. «Реология» (полимеры и нефть). Новосибирск. Институт теплофизики СО АН СССР, 129—143, 1977.
3. Якубов Б. М., ИФЖ, 25, 872—876, 1978.
4. Барташевич О. В., Ермакова В. И. Спектрометрическая хроматографическая характеристика нефтей и конденсатов некоторых месторождений Советского Союза. «Недра», М., 1972.
5. Гарифьянов Н. С. ЖЭТФ, № 30, 344—350, 1956.
6. Сергиенко С. Р., Таимова Б. А., Талалаев Е. И. Высокомолек. углеводородные соединения нефти. «Наука», М., 1979.
7. Nicolau C. and Soop. Revu de Physiq. Acad. R. P. R., №3, S. 84, 1) 62.

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

Т. Ш. Салаватов, Х. Б. Кезалов, М. К. Керимов

ЕПР МЕТОДУ ИЛӘ ГЕЈРИ-НЈУТОН НЕФТЛӘРИНДӘ ТӘЗЈИГЛӘ ТӘСІРЕТМӘ МЕХАНИЗМИНИН ӨЈРӘНІЛМӘСІ

Мәгаләдә гејри-нјутон системләринә тәзјиглә тәсиретмә механизминин ајдынлашдырмаг үчүн электрон парамагнит резонансы тәтбиг едилмәклә тәчрүби тәдқиقاتлар апарылмышдыр.

Көстәрилмишдир ки, гејри-нјутон системләринә тәзјиглә тәсиретмә заманы онларын реоложи хусусијәтләринин дәјишмәси илә јанашы олараг нефтләрни онларда структур јердәјишмә илә әлағәдар олан парамагнит хусусијәтләринин дә дәјишмәси мүшаһидә олунур.

T. Sh. Salavatov, Kh. B. Gesalov, M. K. Kerimov

INVESTIGATION OF BAROTREATING OF NON-NEWTON OILS BY METHOD OF ESR

The experimental research has been conducted to elucidate the pressure treatment mechanism of the non-Newton systems by means of the electron spin resonance device.

It has been shown that in the case of the pressure treatment of the non-Newton oils and systems alongside with the change of their rheological properties the paramagnetic properties also change, which is connected with the reorientation in the oil structure.

Поступило 14. IV 1980

А. Б. МАМЕДОВ

ЗОНАЛЬНОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ВИЗЕЙСКОГО ЯРУСА НИЖНЕГО КАРБОНА НАХИЧЕВАНСКОЙ АССР

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

Присутствие отложений визейского яруса на территории Нахичеванской АССР известно еще со времен Ф. Фреха [10]. К этим образованиям он отнес известняки с *Productus giganteus*, „Pr.“ *semireticularis* и др., залегающие в районе устья р. Восточного Арпачая на отложениях турнейского яруса. В дальнейшем, достоверные указания о наличии в Закавказье (на территории Нах. АССР и прилегающей части Арм. ССР) отложений визейского яруса имеются в работах О. Л. Эйнора [7], М. С. Абрамян [1] и др.

Отложения визейского яруса в Нах. АССР имеют ограниченное распространение, они развиты здесь на южной узкой полосе. Фаунистически охарактеризованный, достоверно установленный визейский ярус нами зафиксирован только в трех пунктах: на г. г. Геранкаласы, Бозагл и Тежгар. Известняки с типичной для визейского возраста фауной обнаружены также О. Л. Эйнором [7] у подножья восточной части хребта Зинджирли (Арм. ССР). Переход от турнейского яруса к визейскому постепенный, с согласным залеганием пластов, но граница между ними четко отбивается по почти полному обновлению фаунистического состава. Напротив, верхний контакт визейского яруса, в основном, является стратиграфически несогласным, а в некоторых разрезах (г. г. Геранкаласы и Бозагл) визейские отложения постепенно переходят в известняки, относимые нами, с некоторой относительностью, к намюрскому ярусу.

На основании находок в них определенных комплексов фауны в составе визейского яруса впервые нами выделяются три фаунистически охарактеризованные зоны:

1. *Spirifer trigonalis*—*Composita verkhotomica*;
2. *Gigantoproductus giganteus*—*Dielasma amaenum*;
3. *Rugosochonetes ischimicus tomilensis*—*Retzia radialis*.

Анализ фауны, встреченной в каждой отдельной зоне, выделенной в составе визейского яруса, показал, что каждая из этих зон, по своему объему и самое главное по стратиграфическому уровню отвечает и соответствующему подъярусу.

Таким образом, визейский ярус в Закавказье расчленяется на три подъяруса и они находят здесь свои фаунистические подкрепления (см. схему).

Отметим, что до наших исследований отложения визейского яруса на территории Закавказья не имели такого детального расчленения.

В работе сотрудников МГРИ им. С. Орджоникидзе, проводивших в

Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Зона	Мощность	Фаунистическая характеристика выделенных зон
КАМЕННО-УГОЛЬНАЯ	ВИЗЕЙСКИЙ	Намюрский		C ₁ П	50—65 м	<i>Clithyridina obmaxima</i> (Mc Chesny), <i>Echinaria</i> sp., <i>Dibunophyllum</i> aff. <i>turbinatum</i> M' Coy
		Верхневизейский (V ₃)		<i>Rugosochonetes ischimicus tomilensis</i> — <i>Retzia radialis</i> (C ₁ V ₃)	10—63 м	<i>Schellwienella</i> ex gr. <i>keokuk</i> (Hall), <i>Schuchertella</i> cf. <i>portlockiana</i> (Sem.), <i>Dictyoclostus</i> cf. <i>triznae</i> Sarytcheva, D. cf. <i>hindi ustyensis</i> Sarytcheva, <i>Rugosochonetes ischimicus tomilensis</i> Sokolskaja, <i>Camarotoechia</i> (?) aff. <i>multirugata</i> Koninck, <i>Mucrospirifer</i> cf. <i>posterus</i> (Hall), <i>Brachythyris</i> aff. <i>suborbicularis</i> (Hall), <i>Syringothyris sibiricus</i> Sokolskaja, <i>Reticularis</i> sp., <i>Retzia</i> cf. <i>radialis</i> Phillips, <i>Eumetria vera</i> (Hall) и др.
		Средневизейский (V ₂)		<i>Gigantoproductus giganteus</i> — <i>Dielasma amaenum</i> (C ₁ V ₂)	15—38 м	<i>Schellwienella crenistria</i> (Phillips), <i>Schuchertella portlockiana</i> (Sem.), <i>Dictyoclostus phoatilis</i> (Sow.), D. <i>crawfordvillensis</i> Weller, <i>Gigantoproductus giganteus</i> (Sow.), „ <i>Productus</i> “ <i>flexistria</i> M' Coy, <i>Pugnax</i> aff. <i>pugnax</i> (Martin), P. ex gr. <i>triplex</i> (M' Coy), <i>Pugnoides</i> ex gr. <i>ottumwa</i> (White), <i>Fusella</i> ex gr. <i>spessa</i> (Koninck), <i>Spirifer striatus</i> (Martin) S. aff. <i>attenuatus</i> Sow., <i>Syringothyris sibiricus</i> Sokols., S. cf. <i>cuspidatus</i> Sow., <i>Ambocoelia</i> sp., <i>Coledium therum</i> (Walcott), <i>Girtyella cedarensis</i> Weller, <i>Dielasma amaenum</i> Koninck, <i>Athyris pisum</i> Davidson и др.
		Нижневизейский (V ₁)		<i>Spirifer trigonalis</i> Composita <i>verkhotomica</i> (C ₁ V ₁)	3—28 м	<i>Schuchertella costatum</i> (Hall et Clarke), Sch. <i>portlockiana</i> (sem), <i>Dictyoclostus deruptus</i> (Rom.), <i>Camarotoechia mutata</i> Weller, C. <i>dubia</i> Koninck, <i>Spirifer subaequalis</i> Hall, Sp. <i>trigonalis</i> Martin, Sp. <i>striatus</i> Martin, <i>Martinopsis</i> cf. <i>Washkurica</i> (Fred.), „ <i>Spiriferina</i> “ <i>octoplicata</i> Sow., <i>Reticularia setigera</i> (Hall), <i>Plectospira sarytchevae</i> Besnossova, <i>Eumetria nalikini</i> Besn., E. <i>serpentina</i> Koninck, E. <i>verneulliana</i> (Hall), <i>Composita verkhotomica</i> Besnossova, <i>Athyris subtilita</i> Hall, <i>Dielasma</i> ex ella gr. <i>tenerum</i> Koninck и др.
	Турнейский	t ₃		C ₁ t ₃	41—72 м	<i>Schuchertella ferglenensis</i> Weller, <i>Marginatia deruptides</i> Sarytcheva, M. <i>burlingtonensis</i> (Hall), <i>Pustula interrupta</i> Thomas, <i>Punctospirifer kusbassica</i> Besn., <i>Paleochoristites cinctus</i> (Keyserling), <i>Girtyella taidenensis</i> и др.

данном регионе специальные исследования (И. А. Гречишникова и др.), указывается, что до их исследований имелись сведения о наличии здесь лишь отложений нижнего визе (более молодые горизонты этого яруса не были известны), им же впервые удалось в одном пункте исследуемого района (г. Бозагл) установить, кроме нижнего визе, и средне-

визейский подъярус. Что касается нижнего визе, то они эти отложения описывают совместно с верхними слоями верхнего турне. Таким образом, эти ученые выделяют здесь в составе визейского яруса нижний и средний подъярусы. Более молодые образования карбона—по их заключению—уничтожены предпермским размывом, либо они не накапливались.

Следует отметить, что сведения о наличии здесь (в восточном подножье хребта Зинджирли) отложений среднего визе имелись и в работе О. Л. Эйнора [7], не говоря о находке Ф. Фрейха в районе г. Геранкаласы таких общеизвестных видов, как: *Productus giganteus*, *Pr. semireticularis* и др., датирующих возраст вмещающих пород по крайней мере, не ниже среднего визе.

Зона *Spirifer trigonalis*—*Composita verkhotomica* (CiV_1)

Отложения данной зоны представлены темно-серыми, черными отчасти битуминозными, органогенно-обломочными, местами детритовыми известняками. Известняки слоистые содержат фауну, качественно отличную от таковых, широко развитых в подстилающих отложениях турнейского яруса. Встречаются здесь брахиоподы, кораллы, пелециподы, сефалоподы, мшанки, членики криноидей и др., преобладающими из них являются брахиоподы и кораллы.

Мощность отложений нижнего визе колеблется от 3 (г. Геранкаласы) до 28 м (г. Бозагл).

Зона характеризуется следующим комплексом брахиоподовой фауны: *Schuchertella portlockiana* (Sem.), *Sch. costatum* (Hall et Clarke), *Dictyoclostus deruptus* (Rom.), *Camarotoechia mutata* Weller, *S. dubia* Koninck, *Spirifer trigonalis* Martin, *S. subaequalis* Hall, *S. ex. gr. striatigonalis* Martin, *Spiriferina ostoplicata* Sowerby, *Reticularia setigera* (Hall), *Martiniopsis cf. Washkurica* (Frederix), *Eumetria nalivkini* Besn., *E. serpentina* Koninck, *E. verneuiliana* (Hall), *Plectospora sarytchevae* Besn., *Athyris subtilita* Hall, *Composita verkhotomica* Besn., *Dielasma ex gr. tenerum* Koninck и др.

Из того же стратиграфического района О. Л. Эйном [7] приводятся фораминиферы: *Endothyra cf. omphalota* Rauss. et Reith., *End. bowmani* Phill., *Eostaffella* sp., *Tuberitina* sp.

Из приведенного списка—*Camarotoechia mutata* Weller в Северной Америке, в долине Миссисипи, распространена в горизонте Salem limestone (т. е. нижневизейский подъярус). Этот же вид был описан О. И. Сергуньковой (1935) из нижневизейских слоев хребта Таласского Ала-Тая.

Schuchertella portlockiana (Sem.) недавно (1971 г.) описана Д. В. Наливкиным и Н. Н. Фотиевой из визейского яруса (Косвинский горизонт) Урала. *Dictyoclostus deruptus* (Rom.) в Казахстане встречается в русаковских (самые верхние слои турне) и ишимских (нижний горизонт визейского яруса) слоях и является руководящим для последних (Д. В. Наливкин, 1937); в Карагандинском бассейне он же описан из ашлярской свиты (относится к нижнему и среднему визе). В Средней Азии этот вид Г. Романовского известен из нижневизейских отложений.

Spirifer trigonalis Martin и *S. striatus* M. являются характерными видами для визейского яруса Западной Европы (de Koninck, 1887, возраст: de Vise, e tage III).

Таким образом, в подавляющем большинстве из приведенного списка фауны, обнаруженные в зоне *Spirifer trigonalis*—*Composita verk-*

hotomica, определяют возраст вмещающих их отложений как низы визейского яруса.

Зона *Gigantoproductus giganteus*—*Dielasma amaneum* (CiV_2)

На слоях нижневизейского подъяруса согласно залегают известняки в разной степени песчанистые, местами детритовые, и песчаники, иногда переходящие в алевролиты, мелко-, среднеслоистые, объединенные нами в зоне *Gigantoproductus giganteus*—*Dielasma amaneum*. Мощность этой зоны в районе г. Геранкаласы равна 19 м, на г. Бозагл составляет 38 м, а на г. Тежгар—15 м.

Данная зона характеризуется, кроме видов-индексов, и большим количеством фауны, список которой приводится в "Схеме зонального расчленения визейского яруса нижнего карбона Нахичеванской АССР".

Все приведенные в списке фауны известны из визейского яруса Западной Европы, Северной Америки и разных провинций СССР, за исключением *Coledium ex. gr. therum* (Walcott) и *Clithyridina obmaxima* (Mc Chesny). Первый из них был описан из еще верхних горизонтов нижнего карбона Северной Америки—из формации Chester, а второй вид—*Clithyridina obmaxima* (Mc Chesny) имеет широкое вертикальное распространение: эта форма здесь, начав свое существование из верхних слоев турне, доходит до намюрского яруса.

После анализа всего комплекса фауны, приняв во внимание нахождение здесь *Gigantoproductus giganteus*, а также учитывая стратиграфическое положение этой зоны в визейских разрезах района, мы отнесли ее к средневизейскому подъярусу.

Зона *Rugosochonetes ischimicus tomilensis*—*Retzia radialis* (CiV_3).

Отложения верхневизейского подъяруса констатированы здесь только в двух пунктах: на Геранкаласы и Бозагл. Эти отложения объединены в зоне *Rugosochonetes ischimicus tomilensis*—*Retzia radialis*, которая литологически представлена сильно песчанистыми органогенно-детритовыми, мелко-, среднеслоистыми известняками, содержащими мелкие одиночные ругозы, брахиоподы и фораминиферы (они видны и без лупы).

На г. Геранкаласы мощность этих отложений менее 10 м, а на г. Бозагл—достигает 68 м.

Для данной зоны в исследуемом нами районе характерны следующие виды: *Schellwienella ex gr. keokuk* (Hall), *Dictyoclostus cf. triznae* Sar., *D. hindi ustyensis* Sar., *Rugosochonetes ischimicus tomilensis* Sokolskaja, *Camarotoechia aff. multirugata* Koninck, *Brachythyris aff. suborbicularis* (Hall), *Syringothyris sibiricus* Sokolskaja, *Retzia cf. radialis* Phillips, *Eumetria vera* (Hall) и др.

Из этого списка, за исключением *Eumetria vera* (Hall), все остальные виды являются визейскими, причем они известны в основном из верхнего визе. А последний вид известен из намюрского яруса Северной Америки (Chester group—из штатов Честер и Иллинойс). Хотя принадлежность отложений данной зоны к визейскому ярусу не вызывает сомнения, все же нахождение в ней этого последнего вида еще раз подтверждает приуроченность возраста ее именно к его верхнему подъярусу.

От слоев последней зоны визейского яруса до отложений пермской системы, т. е. до бокситоносной пачки, в разрезах согласно на подстилающих отложениях залегают массивные, крупно- и среднеслоистые известняки, крепкие, нередко органогенно-детритовые, мощ-

ностью 50—65 м. Этот интервал в разрезе бедно представлен фаунистически, но иногда отдельные представители фауны встречаются. Нам удалось из этой части разреза найти фауны: брахиоподы—*Cliothyridina ombaxima* (Mc Chesny) и *Echinaria* sp., кораллы—*Dibunophyllum aff. turbinatum* M' Coy (Cf) (опр. Н. Я. Спасского). Мы эту толщу разреза отнесли, с некоторой условностью, к намырскому ярусу.

Литература

1. Абрамян М. С. Стратиграфия: каменноугольная система. Изд. АН Арм. ССР, 1964.
2. Азизбеков Ш. А. Геология Нахичеванской АССР. Госгеолтехиздат, 1961.
3. Азизбеков Ш. А. Геология СССР, XLVII. Азерб. ССР. Стратиграфия: палеозой и триасовая система. Изд. «Недра», 1972.
4. Аракелян Р. А. Палеозойские отложения Армении. Труды конф. по вопросу рег. геол. Закавказья. Изд. АН Азерб. ССР, 1952.
5. Лисицын К. И. «Изв. Донецкого политехнич. ин-та, т. IX, 1925.
6. Паффенгольц К. Н. Геологический очерк Нах. АССР. Изд. АзФАН СССР, 1940.
7. Эйно О. Л. «ДАН СССР, № 6, XXVIII, 1951.
8. Яковлев Н. Н. Геология СССР, т. X. Закавказье, 1941.
9. Bonnet P. Mem. Soc. Geol. Fr., N. S., T. XXV, fasc. 53, 1947.
10. Frech F. und Arthaber G. Oster und des Orients, Band XII, H. IV, 1900.

Институт геологии

Поступило 24.XII 1979

А. Б. Мамедов

НАХЧЫВАН МССР-дә АЛТ КАРБОНУН ВИЗЕЙ МЭРТЭБЭСИННИ ЗОНАЛ БӨЛКҮСҮ

Нахчыван МССР-дә Ермәнистан ССР-ин бура јахын эразисиндә алт карбонун Визей мөртэбэсинин чөкүнтүлери мөһдуд сәһәдә јайылмышлар. Һәмин чөкүнтүләр ичәриндә тапылан һејванат галыгларынын тәјинаты Визей мөртэбэсинин тәркибиндә, илк дөфә олараг, фаунача јахшы тәһһиз олуиуиш ашағыдакы зоналарын ајрылмасына имкан вермишди:

1. *Spirifer tridonalis*—*Composita verkhnotomica*. 2. *Gigantoproductus*—*Dielasma amaenum* зонасы. 3. *Rugosochonetes ischlimicus tomilensis*—*Retzia radialis* зонасы. Визей мөртэбэсинин тәркибиндә ашағыдан јухары кестәрилән ардычыллыгга ајрылмыш һәмин зоналарын һәр бири онларын јалпы өзүнә мөһсүс олан фауна комплекси илә сәһијләнирләр. Һәр бир зонаны сәһијләндирән бу фауна комплексинин арашдырылмасы кестәрмишди ки, ајрылмыш һәмин зоналар өз стратиграфиг вәзијәтләринә вә һәһмләринә көрә һәм дә Визей мөртэбәси тәркибиндә ујғун јарыммөртэбәләрә чаваб верирләр. Беләликлә, бу јарајнда илк дөфә олараг Визей мөртэбәси үч јарыммөртэбәјә ајрылыр. Бундан башга, илк дөфә олараг, ики кәһилишдә (Чейран галасы вә Бозағыл дағлары) Визей мөртэбәси ләјларынын үзәриндә ујғун јатан Намјур мөртэбәсинин чөкүнтүләринин варлығы еһтимал олуиуиш.

А. В. Mamedov

ZONAL SEQUENCE OF VIZEY LAYER OF LOWER CARBONIFEROUS PERIOD OF NAKHICHEVAN ASSR

Depositions of vizey layer in Transcaucasus (in Nakhichevan ASSR and the adjacent part of Armenian SSR) have limited expansions.

On the ground of occurrences in them of definite complexes of fauna in compositions of vizey layer three faunistically well characterized zones (from top to bottom) are distinguished for the first time:

1. zone *Spirifer trigonalis*—*Composita verkhnotomica*;
2. zone *Gigantoproductus giganteus*—*Dielasma amaenum*;
3. zone *Rugosochonetes ischlimicus tomilensis*—*Retzia radialis*.

Each of these zones in stratigraphic age answers to equal substage in compositions of vizey. So, vizey layer is subdivided by us into three substages in researching region and they find their faunistic confirmation here.

Besides that, in two localities (in mountains Gerankalasy and Bosagl) with some conditions depositions of namyursk layer are distinguished by us.

Чл.-корр. АН Азерб. ССР. С. А. АЛИЕВ, М. М. ГУСЕИНОВ

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА КОЛИЧЕСТВА И СОСТАВА АМИНОКИСЛОТ СЕРО-БУРЫХ ПОЧВ

Изучению аминокислотного состава гидролизатов почв и гумусовых кислот посвящен ряд работ [1, 3, 4, 5, 6, 7, 8], тогда как вопросы сезонной динамики изменения качественного состава и содержания аминокислот в почвах не получили в научной литературе освещения.

В целях изучения изменения качественного состава и количества аминокислот по сезонам года в серо-бурых почвах Апшерона, почвенные образцы были взяты из глубины 0—5, 5—20 см каждые в 4-кратной повторности. Смешанные свежие образцы почв подвергались анализу. Анализы почвенных образцов в лаборатории производили параллельно в 3-кратной повторности. Аминокислоты в почвенных гидрализатах по методу Ф. В. Турчина [7].

Серо-бурые почвы распространены на Апшеронском полуострове в условиях сухого полупустынного климата с жарким и засушливым летом. Растительность-полупустынно-попынная. Формируются они на делювиально-пролювиальных карбонатных и гипсоносных глинистых породах. Механический состав средне- и тяжелосуглинистый. Гумус — 1,49%, общий азот — 0,13%, отношение C: N равно 6,7. Реакция — слабощелочная и щелочная.

Наиболее благоприятный период для биохимических процессов складывается весной. Умеренное увлажнение (16,2—17,8%), повышенная температура (17,2—18,5°C), накопление растительной массы обуславливают увеличение количества аминокислот в почве. Общее количество аминокислот достигает наибольшей величины в 0—5-сантиметровом слое (8,53 мг на 10 г почвы). В нижних слоях (5—20 см) оно уменьшается до 5,56 мг на 10 г почвы.

В составе аминокислот преобладают: лейцин — 2,08 мг, фенилаланин — 0,95 мг, аланин — 1,02 мг, в небольших количествах содержится пролин — 0,06 мг, серин — 0,20 мг (см. таблицу). В значительном количестве обнаруживается валин — 0,30 мг, метионин — 0,37 мг, аспарагиновая кислота — 0,43 мг, глицин — 0,49 мг и гистидин — 0,30 мг. По почвенному профилю с глубиной количество аминокислот снижается. Особенно резко уменьшается количество цистина, аргинина, глицина, пролина, валина и метионина. Это, по-видимому, связано с уменьшением по профилю почв с содержанием органического вещества корней растений, интенсивности жизнедеятельности микроорганизмов, которые являются основными источниками почвенных аминокислот.

Летом выпадение незначительных атмосферных осадков (2,6—4,2 мм) наличие высоких температур по всему профилю почвы (29,9—35,0°C) приводит к ее сильному иссушению. Влажность верхнего слоя снижается до 4,2—5,2%. Гидротермические условия летнего периода отрицательно влияют на рост и развитие растительности.

Количество и качественный состав аминокислот в серо-бурых почвах
(мг на 10 г почвы, среднее за 1976—1977 гг.)

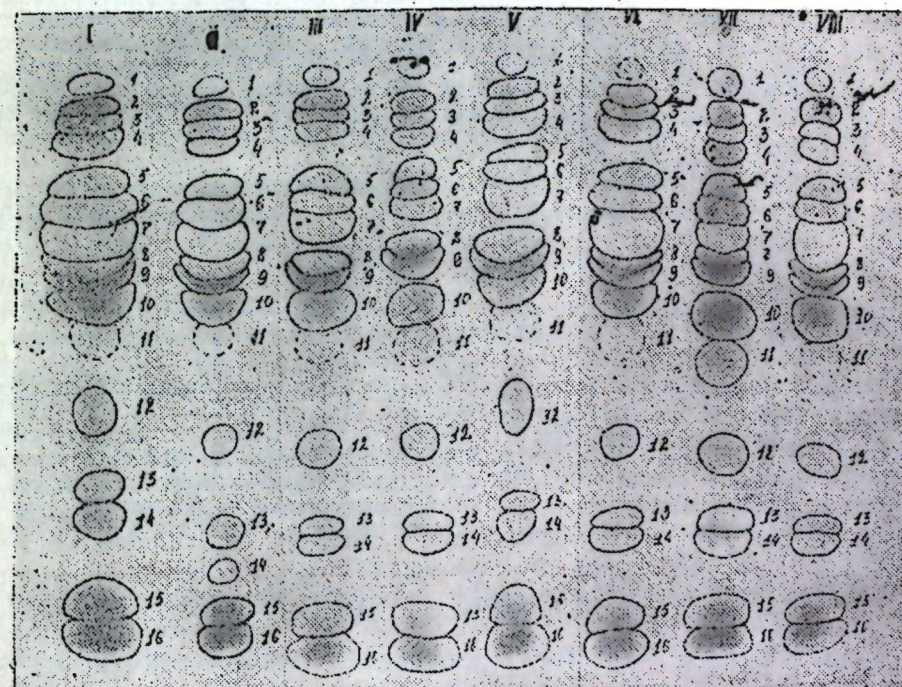
		Весна		Лето		Осень		Зима	
		Глубина, см							
Аминокислоты		0—5	5—20	0—5	5—20	0—5	5—20	0—5	5—20
Цист (е) ин	0,07	Следы	0,07	Следы	0,01	Следы	0,04	Следы	0,04
Лизин	0,58	0,47	0,38	0,09	0,33	0,48	0,32	0,38	0,38
Гистидин	0,30	0,65	0,25	0,10	0,21	0,45	0,90	0,28	0,28
Аргинин	0,18	0,24	0,06	0,11	0,18	0,21	0,05	0,08	0,08
Аспарагиновз к-та	0,43	0,29	0,04	0,12	0,36	0,12	0,30	0,38	0,38
Глицин	0,49	0,21	0,14	0,07	0,20	0,17	0,34	0,18	0,18
Серин	0,29	0,34	0,20	0,09	0,13	0,23	0,66	0,18	0,18
Глутаминовая к-та	0,51	0,40	0,09	0,12	0,34	0,30	0,61	0,38	0,38
Треонин	0,64	0,92	0,14	0,32	0,75	0,43	0,41	0,38	0,38
Аланин	1,02	0,31	0,14	0,50	0,74	0,17	0,38	0,38	0,38
Пролин	0,06	Следы	0,92	Следы	Следы	Следы	0,22	0,08	0,08
Тирозин	0,26	0,07	Следы	0,01	0,04	0,03	0,18	0,18	0,18
Валин	0,30	0,11	Следы	0,09	0,10	0,04	0,13	0,08	0,08
Метионин	0,37	0,17	0,10	0,19	0,36	0,06	0,26	0,08	0,08
Фенилаланин	0,95	0,29	0,22	0,24	0,47	0,13	0,36	0,48	0,48
Лейцин	2,08	0,99	0,79	0,82	1,27	1,07	1,05	1,18	1,18
Сумма:	8,53	5,56	3,04	2,87	5,94	3,98	5,75	4,28	4,28

По данным С. А. Алиева [2], такое неблагоприятное условие приводит к резкому понижению общего запаса растительной массы; растительные остатки подвергаются глубокому химическому окислению и разлагаются на продукты полной минерализации.

В этом сезоне общее количество аминокислот, по сравнению с весенним периодом, уменьшается более, чем в два раза и в 0—5-сантиметровом слое составляет 3,04 мг на 10 г почвы. В составе аминокислот количество пролина, аланина, тирозина, валина, метионина и фенилаланина в несколько раз снижается. Однако несмотря на неблагоприятные почвенные условия, наблюдается повышение количества ряда аминокислот (гистидин, аргинин, серин, треонин). Уменьшение общего количества аминокислот по сравнению с весенним сезоном обнаруживается также в нижнем слое (5—20 см) почвы. Однако эта разница бывает меньше, чем в верхних слоях.

В осеннем сезоне незначительное количество (19,2—37,0 мм) атмосферных осадков увлажняет только верхний слой почвы, причем большая часть их испаряется, так как температура в данном сезоне сравнительно высокая (19,0—20,0°C), а нижний слой почвы остается сухим. Увлажненность почвы в этом сезоне, являясь недостаточной, составляет в верхнем слое (0—5 см) 15,7%, а в нижнем (5—20 см) — 13,2%. Кроме этого, температура почвы падает по профилю. Гидротермический режим отражается на особенностях накопления и качественного состава аминокислот. Общее количество аминокислот в верхнем слое (0—5 см) почвы, являясь относительно высоким по сравнению с летним сезоном, составляет 5,94 мг на 10 г, а в нижнем (5—20 см) слое снижается до 2,87 мг на 10 г почвы (рисунок). В этом сезоне недостаточная увлажненность почвы приводит к затруднению биохимических превращений, необход-

имых для интенсивного протекания биологических процессов. Количество отдельных аминокислот в 0—5-сантиметровом слое почвы следующие: лизин—0,33 мг, аспарагиновая кислота—0,36 мг, треонин—0,75 мг, аланин—0,74 мг, метионин—0,36 мг, фенилаланин—0,47 мг и самое большее — лейцин—1,27 мг. А это составляет 70% от общего количества аминокислот. Во втором слое (5—20 см) содержание аминокислот снижается (таблица).



Хроматограмма гидролизата серо-бурых почв. Весенний период: I—0—5 см, II—5—20 см; летний период: III—0—5 см; IV—5—20; осенний период: V—0—5 см; VI—5—20 см; зимний период: VII—0—5 см; VIII—5—20 см. Аминокислоты: 1—цист(е)ин; 2—лизин; 3—гистидин; 4—аргинин; 5—аспарагиновая кислота; 6—глицин; 7—серин; 8—глутаминовая кислота; 9—треонин; 10—аланин; 11—пролин; 12—тирозин; 13—валин; 14—метионин; 15—фенилаланин; 16—лейцин

Зимой количество атмосферных осадков увеличивается (17—26 мм). При условии пониженной температуры (2,1—2,7°C) атмосферные осадки хорошо увлажняют слой почвы: на глубине 0—5 см влажность почвы составляет 24,0%, а в нижнем слое (5—20 см)—13,0% при температуре 2,1—2,6°C.

Пониженная температура и увлажненность почв в данном периоде ведут к изменению качественного состава и количества аминокислот в серо-бурых почвах по отношению к осеннему сезону. Уменьшение общего количества аминокислот идет постепенно по почвенному профилю, в результате того, что температура в нижнем слое (5—20 см) выше, чем в верхнем слое почвы. По-видимому, этим можно объяснить то, что зимой в этом слое наблюдается большое количество аминокислот (4,20 мг), чем осенью (3,98 мг).

Из анализа динамических наблюдений по сезонам видно, что наибольшее количество аминокислот в серо-бурых почвах обнаруживается в весеннем сезоне, а наименьшее — в летнем. Следовательно, высокая

температура и низкая увлажненность почв в летнем сезоне наиболее отрицательно влияют на интенсивность биохимических процессов и накопление аминокислот, чем пониженная температура и высокая влажность зимнего сезона.

Литература

1. Адерихин П. Г., Щербаков А. П. Азот в почвах центральночерноземной полосы. Воронеж, 1974. 2. Алиев А. С. Условия накопления и природа органического вещества почв. Баку, 1966. 3. Алиев С. А. Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв. Баку, 1978. 4. Купревич В. Ф., Щербакова Т. А. Почвенная энзимология. Минск, 1966. 5. Пейве Я. В. Биохимия почв. М., 1961. 6. Турчин Ф. В. «Почвоведение», 15—29, № 6, 1956. 7. Турчин Ф. В. Агрохимические методы исследования почв. М., 1960. 8. Schareprens H. W. K a u f e J. R. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde, v. 96/1, 1962.

Институт почвоведения и агрохимии

Поступило 30. V 1980

С. Э. Әлиев, М. М. Гусейнов

БОЗ-ГОНУР ТОРПАГЛАРДА АМИН ТУРШУЛАРЫНЫН ФӘСИЛЛӘР ҮЗРЭ ДИНАМИКАСЫ

Мәғаләдә Абшеронун боз-гонур торпагларында амин туршуларынын илин фәсилләрн үзрә дәјишмә ганунаујғунлуглары өјрәнилип.

Тәдгигат заманы мөјјән олмушдур ки, бу торпагларда амин туршуларынын үмуми мигдарынын јүксәк олмасы илин јаз вә пәјыз фәсилләриндә, ән ашағы олмасы ғыш фәслиндә вә ондан да ашағы олмасы јәј фәслиндә мүшәһидә олунур. Бу торпагларда, һидротермик шәрантдән асылы оларат, амин туршуларынын үмуми мигдары ән чох үст (0—5 см) гатда олуб, торпаг профили үзрә ашағы кетдикчә ганунаујғун оларат азалыр.

S. A. Aliev, M. M. Guseinov

SEASONAL CHANGES OF AMINOACIDS CONTENT IN GREY-BROWN SOILS

The aim of our investigation is to study the seasonal changes of quantitative and qualitative content of aminoacids in grey-brown soils of Apsheron.

It is established that in grey-brown soils the total quantity of aminoacids content is the highest in spring and autumn seasons, and the lowest—in winter period. But in summer period its quantity is less than in winter period. In these soils in accordance with the rhythm of hydrothermic regime the highest total quantity of aminoacids is in the highest levels, but with the soil-profile their quantity decreases.

УДК 631.41.631.811+631.452

АГРОХИМИЯ

Чл.-корр. А. Н. ГЮЛЬАХМЕДОВ, Н. А. АГАЕВ

СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В АЛЛЮВИАЛЬНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВАХ И РАСТЕНИЯХ БОЛЬШОГО КAVKAZA (В ПРЕДЕЛАХ АЗЕРБ. ССР)

Как известно, на почвах, бедных микроэлементами, необходимо применение микроудобрений с учетом почвенных условий. Поэтому изучение закономерностей распределения микроэлементов в важнейших почвенных разностях имеет большое теоретическое и практическое значение.

Целью проведения наших исследований было изучение содержания подвижных форм бора, марганца, меди, молибдена, цинка и кобальта в аллювиально-луговых почвах и растениях некоторых районов Большого Кавказа (Азерб. ССР). Разработанные маршруты и проведенные по ним полевые исследования охватывали всю территорию, наиболее типичную для исследуемого ландшафта, и по ним производилась закладка профилей. На каждом профиле длиной в 1 км закладывался 1 разрез до обнажения почвообразующих пород. Вокруг каждого разреза через 50 м по линии профиля были взяты смешанные почвенные образцы на глубине 0—20 см по конвертной системе и собраны растительные образцы для лабораторных анализов.

Приводится описание и расположение заложенных профилей во время полевых исследований.

Профиль № 4. Куткашенский район, с. Гаджиали. Типы ландшафта — редколесной кустарниковой и сухостепной. Виды — низинный лугово-кустарниковый с аллювиально-луговыми почвами.

Профиль № 11. Закатальский район, с. Муганлы, пашни. Тип ландшафта — низинный луговой, лугово-болотный. Виды — низинный луговой ландшафт со злаковой, осоково-злаковой растительностью, аллювиально-луговыми среднегумусными почвами.

Профиль № 14. Куткашенский район, с. Куткашен. Типы ландшафта — низинно-лесной, с аллювиально-луговыми почвами.

Профиль № 7. Исмаиллинский район, с. Курдмаш. Типы ландшафта — низинный луговой, лугово-болотный. Виды — низинный луговой со злаковой растительностью, аллювиально-луговыми малокарбонатными почвами.

Профиль № 19. Исмаиллинский район, с. Гаджихаталлы, Галага. Аллювиально-луговые почвы.

Профиль № 10. Исмаиллинский район, с. Гаджихаталлы, Галага 500—700 м к востоку от пр. № 19. Аллювиально-луговые почвы.

Профиль № 80. Закатальский район, в сторону Кахи (граница). Тип ландшафта — низинный луговой, лугово-болотный. Виды — низинный луговой ландшафт со злаковой осоково-злаковой растительностью, аллювиально-луговыми среднегумусными почвами.

Среднее содержание подвижных форм микроэлементов в аллювиально-

№ проф.	Кол-во почвен. образц.	Почва						Кол-во раст. обр.
		Mn	Cu	Zn	Co	Mo	B	
80	5	13,2	2,5	0,9	0,21	Сл.	1,2	5
153	6	3,1	5,5	3,7	0,50	0,1	0,8	4
11	7	17,7	2,1	1,2	0,38	0,1	0,7	7
19	3	9,2	2,6	1,8	0,44	2,9	0,4	10
165	15	16,2	2,4	2,9	0,71	Сл.	1,5	
4	2	6,3	0,9	0,84	0,17	1,25	1,8	8
14	12	19,4	4,35	2,32	0,51	0,4	0,45	16
7	2	4,2	1,1	1,0	0,21	3,7	0,65	3
10	2	17,7	1,01	1,01	0,23	1,3	1,4	3
Средн. 50	54	11,3	2,5	1,7	0,37	1,39	0,99	56
Откл. от средн.		8,2	1,6	0,86	0,20	1,29	0,59	
±		8,1	3,0	2,0	0,34	2,41	0,81	

Профиль № 153. Белоканский район, между Алазаньчай и Мазымчай. Типы ландшафта — низинный луговой, лугово-болотный. Виды — низинный луговой ландшафт со злаковой, осоково-злаковой, касатиковый растительностью, аллювиально-луговыми средне-гумусными почвами. Распахано около 2/3 площади.

Профиль № 165. Кахский район, с. Гахмугал. Тип ландшафта — низинный луговой, лугово-болотный. Виды — низинный луговой ландшафт со злаковой осоково-злаковой растительностью, аллювиально-луговыми среднегумусными почвами.

В таблице указано содержание подвижных форм микроэлементов в пахотном слое аллювиально-луговых почв (низинно-лесной ландшафт) и в растениях, произрастающих на этих же почвах.

Из таблицы видно, что содержание подвижных форм марганца в верхнем горизонте аллювиально-луговых почв колеблется в пределах 3,1—19,4 мг/кг (в среднем 11,3 мг/кг), при отклонении от среднего $\pm 8,2$ —8,1. Среднее содержание марганца в растениях составляет 12,6 мг/кг. Наибольшее содержание марганца обнаружено в растениях по профилям 80,4, 153 (соответственно 18,6; 17,2 и 16,1 мг/кг) и 19 (15,3 мг/кг). КБП для марганца в среднем равен 1,7. Аллювиально-луговые почвы слабо обеспечены подвижными формами марганца (частично средние).

Среднее содержание подвижных форм меди в аллювиально-луговых почвах составляет 2,5 мг/кг, что свидетельствует о средней обеспеченности медью этих почв. Количество меди в растениях колеблется в зависимости от профиля от 1,0 до 8,0 мг/кг, при среднем содержании 4,1 мг/кг. КБП меди больше единицы (1,9). Это показывает, что усвоение меди из почвы растениями хорошее.

Содержание цинка в среднем в аллювиально-луговых почвах составляет 1,7 мг/кг, а в растениях больше, чем в почвах—3,03 мг/кг. КБП для цинка намного превышает единицу (в среднем 2,5 мг/кг). На основании КБП можно сделать вывод, что растения на аллювиально-луговых почвах сравнительно высоко усваивают медь.

Среднее содержание кобальта 0,37 мг/кг показывает, что эти почвы слабо обеспечены подвижным кобальтом. Количество кобальта в растениях также меньше (0,40 мг/кг), чем меди и цинка, а КБП больше единицы 1,4.

луговых почвах Большого Кавказа (в пределах Азербайджанской ССР)

Растения						КБП					
Mn	Cu	Zn	Co	Mo	B	Mn	Cu	Zn	Co	Mo	B
18,6	5,3	1,3	0,55	0,2	1,9	1,4	2,1	1,4	2,6	0,2	1,6
16,1	4,9	1,0	0,50	—	0,4	5,2	0,9	0,3	1,0	—	0,5
9,4	4,8	6,6	0,11	Сл.	1,9	0,5	2,3	5,5	0,3	—	2,7
15,3	8,0	4,6	0,70	Сл.	1,6	1,7	3,1	2,6	1,6	—	4,0
17,2	3,5	5,6	0,42	—	1,4	2,7	3,9	6,7	2,5	—	1,8
7,6	4,7	3,2	0,50	Сл.	1,8	0,4	1,1	1,4	1,0	—	4,0
4,2	1,1	1,0	0,21	3,7	0,25	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,4
12,7	1,0	1,01	0,23	1,3	—	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	—
12,6	4,1	3,03	0,40	1,73	1,32	1,7	1,9	2,5	1,4	0,7	2,1
8,4	3,1	2,03	0,29	0,43	1,07	1,3	1,0	2,2	1,1	0,5	1,7
6,0	3,9	3,57	0,30	1,97	0,58	3,5	2,0	4,2	1,2	0,3	1,9

Содержание молибдена составляет в среднем 1,39 мг/кг. Однако в профиле № 7 его среднее содержание доходит до 3,7 мг/кг и больше, чем в остальных профилях. Отклонение от среднего содержания $V = \pm 1,29$ —2,41, т. е. колеблется в больших пределах. Молибден в растениях содержится в среднем 1,73 мг/кг и КБП для молибдена равен 0,7.

Среднее содержание подвижных форм бора в аллювиально-луговых почвах составляет 0,99 мг/кг. Наибольшее содержание бора составляют почвы профиля № 4—1,8 мг/кг, наименьшее — профиль № 19—0,4 мг/кг. Количество бора в растениях колеблется в зависимости от профиля 0,25—1,9 мг/кг. В среднем исследуемые растения содержат 1,32 мг/кг бора. КБП больше единицы (в среднем 2,1).

Выводы

1. Пахотный горизонт аллювиально-луговых почв Большого Кавказа (в пределах Азерб. ССР) в большинстве своем обеднен марганцем, цинком, бором, молибденом и очень беден кобальтом. По обеспеченности медью данные почвы можно отнести к средним (2,5 мг/кг).

2. Растения различных ботанических видов, а также семейств, выросшие в одинаковых условиях, сильно различаются между собой по содержанию микроэлементов.

3. Смесь бобовых и злаковых луговых трав исследуемых районов дает удовлетворительное сено с недостаточным количеством основных микроэлементов. Молибден и кобальт в этих травосмесях содержится в незначительном количестве.

Институт почвоведения и агрохимии

Поступило 3. VI 1980

А. Н. Күләмәдов, Н. А. Агајев

БӨЛҮК ГАҒҒАЗЫН (АЗЭРБАЙҖАН ЭРДЗИСИ) АЛЛҮВИАЛ-ЧЭМЭН ТОРПАГЛАРЫНДА ВЭ БИТКИЛЭРИНДЭ МИКРОЕЛЕМЕНТЛЭРИН МИГДАРЫ

Торпаглар үзәриндә беш ил мүддәтиндә апарылмыш чөл вә лабораторија тәҗрүбәләриниң нәтиҗәләри кәстәрдн ки, бу торпагларын әкин гаты. борун, манганын, синкин, молибденин мүтәһәррик формасы илә зәиф, кобалтын мүтәһәррик формасы илә чох зәиф, мисин мүтәһәррик формасы илә орта дәрәҗәдә тәмин олунур (2,3 мг/кг).

A. N. Gulakhmedov, N. A. Agayev
**THE CONTENT OF MICROELEMENTS IN THE ALLUVIAL-PLOUGHED
 SOILS AND PLANTS OF BIG CAUCASUS**
 (within Azerbaijan SSR)

By 5-year investigations it is determined that the arable horizon of the alluvial-ploughed soils in most cases is impoverished by the active forms of manganese, zinc, boron, molybdenum. It is very poor of cobalt, little provided with copper. The microelements are not sufficient in plants.

АЗЕРБАЙДЖАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVII ЧИЛД

№ 2

1981

УДК 633.822

БОТАНИКА

С. С. МИШУРОВА

**ВЛИЯНИЕ РЖАВЧИНЫ НА СОДЕРЖАНИЕ И СОСТАВ
 ЭФИРНОГО МАСЛА У МЯТЫ 486/56**

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

Мята 486/56, полученная нами из Молдавии, течение 1975—1977 гг. выращивались в Мардакянском дендрарии, в Ботаническом саду на Апшероне (сухие субтропики) и на Опорном пункте Института ботаники АН Азерб. ССР в Закатальском районе. Она высаживалась на делянках по 10 м. Почва перед посадкой перекапывалась, дендрарии в нее вносились торф и перепревший навоз. Посадка производилась весной отрезками корневищ с несколькими глазками рядковым способом. Расстояние в рядах 15 см в междурядьях — 40 см. Уход за растениями заключался в прополке, рыхлении, а на Апшероне и в проливе через каждые 10 дней.

С целью биологической характеристики исследуемых растений проводились фенологические наблюдения за ростом и облиственностью растений по фазам вегетации, отмечалась устойчивость к болезням. Наблюдения показали, что рост мяты в значительной степени зависит от состава почвы и удобрения. На богатых гумусом почвах Закатальского района, а также на хорошо удобренных участках в дендрарии рост мяты во все стадии вегетации намного выше, чем на тяжелых, глинистых и не удобренных участках в Ботаническом саду (табл. 1).

Таблица 1

Накопление эфирного масла у мяты по фазам вегетации

Фазы вегетации	Дендрарий			Ботанический сад			Закатальский район		
	Рост, см	Облиственность, %	Содержание масла, %	Рост, см	Облиственность, %	Содержание масла, %	Рост, см	Облиственность, %	Содержание масла, %
Ветвление	38,0	68,8	1,30	29,0	65,8	1,66	35,0	64,0	1,25
Бутонизация	57,0	49,3	1,40	38,0	59,0	2,15	56,0	60,7	1,60
Цветение	67,0	37,0	2,20	43,0	55,0	2,30	68,2	50,7	2,10
Отцветание	68,0	28,6	—	43,0	52,0	1,52	68,8	40,0	—

Мята 486/56 имеет очень мелкие листья и тонкие стебли. Как известно, масло высокого качества накапливается в листьях мяты, в стеблях же его почти нет, а масло из соцветий бедно ментолом. В этой связи становится понятным значение облиственности растений. По мере

развития мяты нижние листья осыпаются, и в сырье увеличивается содержание более молодых и маслянистых листьев. В значительной степени на облиственность мяты влияет степень ее заболевания ржавчиной. В условиях дендрария, где мята больше всего поражается ржавчиной, облиственность ее самая низкая в период бутонизации. В Закарпатском районе мята также в период бутонизации поражена ржавчиной. Все же облиственность ее гораздо выше, чем в дендрарии, где к периоду отцветания стоят почти голые стебли.

Таблица 2

Фазы вегетации	Ментольность масла, %	
	Здоровые растения	Пораженные ржавчиной
Ветвление	24,8	15,0
Бутонизация	37,2	16,0
Цветение	42,8	16,8

На изреженных и недостаточно поливаемых участках в Ботаническом саду мята остается практически здоровой, лишь в период начала отцветания она поражается ржавчиной. Здесь облиственность ее по мере развития растений снижается гораздо меньше.

Имеются сведения, что у свежесобраных ржавчиной листьев мяты содержание масла нередко повышается от 10 до 250% по сравнению со здоровыми. Снижение выхода масла происходит лишь при полном отмирании тканей [1]. В этой связи представляло интерес проследить за влиянием степени заболевания мяты ржавчиной на содержание и состав эфирного масла.

Выход масла определялся методом Гинзберга у воздушно-сухих листьев. Как видно из представленной таблицы, накопление эфирного масла у изучаемых растений независимо от района выращивания и степени поражения ржавчиной по мере развития растений постепенно увеличивается и достигает максимума в период цветения, что вообще характерно для мяты. Значительное увеличение маслянистости в период цветения у мяты в дендрарии скорее можно объяснить не поражением ее ржавчиной, а увеличением в сырье доли верхних молодых, более маслянистых листьев.

В период ветвления и бутонизации, когда растения здесь также поражаются ржавчиной, содержание масла у них гораздо ниже, чем у здоровых или незначительно пораженных мят на участках в Ботаническом саду. При заболевании мяты ржавчиной и сильном осыпании листьев в период отцветания маслянистость растений в Ботаническом саду резко снижается.

Качественный состав масел изучался общепринятыми стандартными методами [2], а также на газо-жидкостном японском хроматографе Жапасо с программированным управлением. В качестве неподвижной жидкой фазы использовали 5%-ный полиэтиленгликоль, нанесенный на целит-545. Длина колонки 3 м, диаметр—4 мм, т-ра колонки от 50 до 170°C, т-ра детектора 260°C, V_H —25 мл/мин. $V_{не}$ —15 мл/мин. Идентификация компонентов проводилась по времени удерживания и методом добавок в масло известных компонентов.

В эфирном масле мяты 486/56 идентифицированы с-пинен, камфен, β-пинен, лимонен, цинеол, л-цимол, октанол, ментон, изоментон, ментол, изоментол.

У здоровой мяты в период цветения n_D^{20} 1,4920, к. ч. 1,87, э. ч.—12,3, эфиров в масле—4,35%, общий спирт—47,15%, свободный—42,8%.

С помощью ГЖХ удалось проследить за изменением качества эфирных масел у мят в процессе их вегетации, а также в связи с разной степенью заболевания ее ржавчиной.

Таких сведений в литературе почти не имеется. Известна работа М. Фелкловой [1], в которой указано, что в эфирном масле пораженных ржавчиной растений увеличивается количество гидрированных соединений, возрастает содержание ментола по отношению к ментону.

Нами отмечено, что у здоровых растений ментольность масла по мере развития их возрастает, достигая максимума в период цветения. У пораженных ржавчиной—ментольность намного ниже, чем у здоровой мяты во все фазы вегетации (табл. 2).

Нами найдено, что в эфирном масле мяты 486/56, значительно пораженной ржавчиной, намного увеличивается сумма терпеновых углеводов. Степень заболевания мяты ржавчиной влияет на качество ее эфирного масла. Синтез кислородсодержащих компонентов при заболевании ржавчиной у растений снижается, а в масле увеличивается содержание углеводов (табл. 3).

Таблица 3

Влияние степени заболевания мяты ржавчиной на состав эфирного масла

Степень заболевания	Углеводородная часть, %	Кислородсодержащая часть, %
здоровые растения	49,8	50,2
незначительно пораженные	52,6	47,4
очень сильно пораженные	80,4	19,6

Соотношение между углеводородами также несколько изменяется. У пораженных растений уменьшается доля α-пинена и камфена в масле, количество цинеола, напротив, намного увеличивается. Возрастает также содержание л-цимола. Замечено, что масло заболевших растений по количественному содержанию терпеновых углеводов соответствует маслу здоровых растений, находящихся на более поздней стадии вегетации.

Итак, наши исследования показали, что мята 486/56 уже в начальных стадиях вегетации в значительной степени поражалась ржавчиной. Она оставалась здоровой лишь на изреженных и недостаточно поливаемых участках в Ботаническом саду. Заболевание мяты ржавчиной приводило к значительному осыпанию листьев, снижению содержания масла в сырье, а также к изменению качества эфирного масла в сторону увеличения в нем доли терпеновых углеводов и снижения кислородсодержащих компонентов, в том числе и такого ценного, как ментол.

1. Фелклова М. Патофизиологическое влияние *Ruscina menthae Pers.* на мятное эфирное масло. «IV Международный конгресс по эфирным маслам», т. 2, стр. 197—199. Тбилиси, 1968. 2. Горьев М., Плива И. Методы исследования эфирных масел. Изд. АН Каз. ССР, Алма-ата, 1962.

Институт ботаники

Поступило 10. I 1980

С. С. Мишурова

ПАС ХЭСТЭЛИНИН 486/56 НАНЭСНИН ЕФИР ЈАҒЫНЫН МИГДАРЫНА ВЭ ТЭРКИБИНЭ ТЭСИРН

Мәғаләдә Абшерон вә Зағатала рәйону шәрантиндә 486/56 нанәсинин мүхтәлиф вәкәтәсијә мәрһәләләриндә боју, јарпағланмасы вә тәркибиндәки ефир јағы һағгында мәлүмәт верилр. Мүәјјән едилмишдир ки, битки бечәрилән һәр ики рәйонда, вәкәтәсијанын илк мәрһәләсиндә кифәјәт гәдәр пас хәстәлијинә тутулур. Анчағ аз-аз јерләрдә вә Нәбатат бағынын өз суварылан сәһәләриндә һағ сағлам галмышдыр. Биткинин пас хәстәлијинә тутулмасы онун јарпағларынын төкүлмәсинә, тәркибиндәки јағын азалмасына, һабелә терпән карбоһидратларынын артмасы вә оксенкән тәркибли компонентләрин, о чүмләдән, метолун азалмасы илә дәјишмәсинә сәбәб олур.

S. S. Mishurova

THE EFFECT OF RUST ON THE CONTENTS AND COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL OF MINT 486/56

The paper deals with the data on the growth, leafiness and contents of essential oil of mint 486/56 according to the vegetation phases on the Apsheron and in the Zakataly region. It has been found to be considerably affected by the rust in the two regions of growing. The mint has remained healthy only in the rarely planted and unsufficiently watered sites of the Botanical Garden. The rust disease has caused falling off of leaves, decrease of contents of oil in the raw material as well as the changes of its quality in the direction of increase of portion of terpene hydrocarbons and decrease of oxygen-containing components, menthol among them.

УДК 581.4:634.38

АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

Л. А. ШИРИЕВА, Т. З. ВЕЛИЕВА

МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА НОВЫХ КУСТОВЫХ ФОРМ ШЕЛКОВИЦЫ КОЛ-ТУТ-2 И КОЛ-ТУТ-3

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР И. К. Абдуллаевым)

В целях интенсификации шелководства большой интерес представляет создание кустовых тутовых плантаций, позволяющих механизировать междурядную обработку и дающих наибольший экономический эффект с единицы площади.

В настоящее время проводится большая работа по выведению новых высокопродуктивных сортов шелковицы, в частности по созданию полиплоидных форм, воздействием физико-химических мутагенных факторов.

В Институте генетики и селекции ведутся генетико-селекционные исследования по созданию новых кустовых форм шелковицы.

Большой интерес представляет новая кустовая форма шелковицы Кол-тут-1. Впервые она была получена И. К. Абдуллаевым в 1956 г. из семян свободного опыления сорта Сыхгез-тут под воздействием радиактивного Со⁶⁰ при дозе 5 000 рад.

В последующие годы в Институте генетики и селекции методом аллоплоидии получены новые кустовые формы шелковицы Кол-тут-2 и Кол-тут-3.

Учитывая важное значение новых кустовых форм в укреплении кормовой базы шелководства наряду с изучением биоморфологических и хозяйственных особенностей нами проводилось анатомическое исследование листа кустовых форм шелковицы Кол-тут-2 и Кол-тут-3.

Определялось количество хромосом, измерялись гистологические элементы листа, размеры устьиц и определялось количество устьиц на единицу площади.

Гистологические элементы листа измерялись окулярмикрометром на микроскопе МБИ-3 при увеличении 400х. Характерные структуры листа зарисовывались аппаратом РА-4.

Для изучения морфологических особенностей было взято по 20 листьев со средней части побега. У каждого листа измерялись длина, максимальная ширина и длина черешка.

Нами приводится морфолого-анатомическое описание листа кустовых форм Кол-тут-2 и Кол-тут-3.

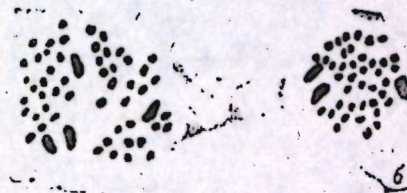


Рис. 1. Соматическая пластинка хромосом у формы Кол-тут-2 (а), (б).

Кол-тут-2 получен И. К. Абдуллаевым и А. С. Мустафаевым в 1965 г. путем гибридизации исходных сортов шелковицы АзТ-58-16 х АзТ-58-20 ♂

У кустовой формы Кол-тут-2 в соматической клетке содержится 2n=56 хромосом и является тетраплоидом (рис. 1, а). Лист цельный, мясистый, нежный, поверхность листовой пластинки гладкая, блестящая, зеленого цвета, нервация слабая, форма листа сердцевидная, верхушка короткая, заостренная, край городчатый. Длина — 15,9 см, ширина — 12,7 см, длина черешка — 3,3 см.

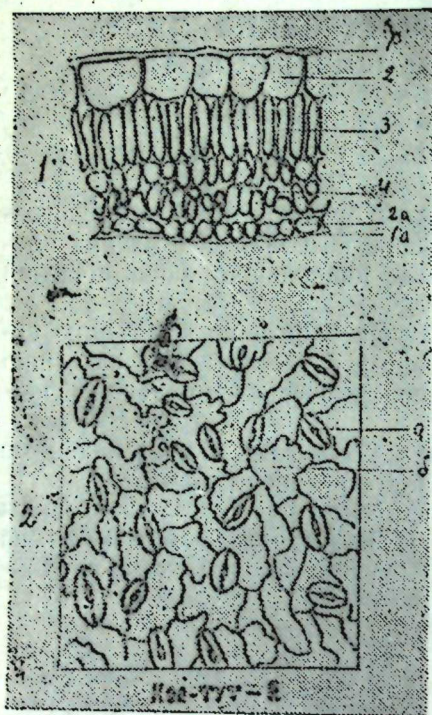


Рис. 2. Анатомическое строение листа у формы Кол-тут-2: 1—кутикула верхнего эпидермиса; 2—верхний эпидермис; 3—палисадная паренхима; 4—губчатая паренхима; 2а—нижний эпидермис; 1а—кутикула нижнего эпидермиса (ув. 7×40) (1) а—устьица; б—эпидермальные клетки (ув. 10×40) (2)

Лист покрыт сверху и снизу слоем кутикулы. Толщина верхней кутикулы составляет 3,69 м, а нижней — 1,21 м. В верхнем эпидермисе встречаются цистолиты. Палисадная паренхима однослойная, иногда встречается также двурядная. Губчатая паренхима имеет округло-овальную углубленную форму и состоит из 2—3 рядов. Общая толщина губчатой паренхимы 29,45 м. Общая толщина листа — 96,19 м. Длина устьиц составляет 21,39 м, ширина — 14,55 м, в 1 мм² содержится 637 устьиц (рис. 2, 1, 2).

Кол-тут-3 (АгТ-68-6): получен И. К. Абдуллаевым и А. С. Мустафаевым в 1968 г. путем гибридизации исходных форм шелковицы АзТ-58-17 ♀ х АзТ-58-35 ♂.

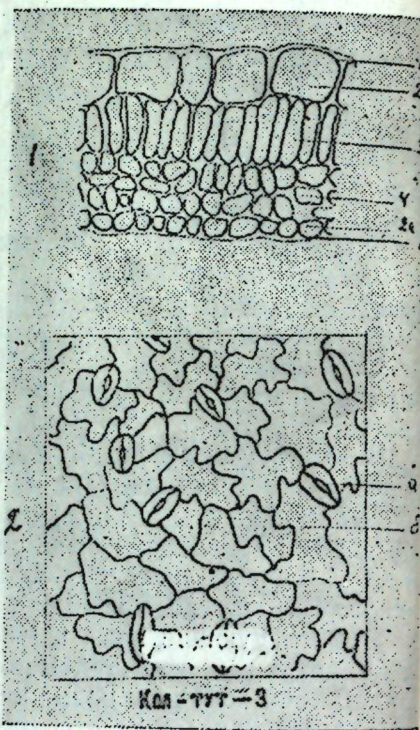


Рис. 3. Анатомическое строение листа у формы Кол-тут-3: 1—кутикула верхнего эпидермиса; 2—верхний эпидермис; 3—палисадная паренхима; 4—губчатая паренхима; 2а—нижний эпидермис; 1а—кутикула нижнего эпидермиса (ув. 7×40) (1) а—устьица; б—эпидермальные клетки (ув. 10×40) (2)

Кустовая форма Кол-тут-3 в соматической клетке содержит 2n=42 хромосомы и является триплоидной (рис. 1, б). Лист цельный, мясистый, нежный, поверхность листовой пластинки гладкая, блестящая, темно-зеленого цвета, нервация слабая, форма листа удлиненная сердцевидная, верхушка коротко заостренная, край городчатый. Длина листа — 22,4 см, ширина — 15,8 см, длина черешка — 4,4 см. Лист покрыт с верхней и нижней сторон слоем кутикулы. Толщина кутикулы верхнего эпидермиса составляет 3,22 м, а нижнего — 1,40 м. Иногда встречаются и двурядные клетки эпидермиса, в которых в большом количестве находятся цистолиты. Палисадная паренхима составлена из одного слоя. Общая толщина палисадной паренхимы — 27,14 м. Губчатая паренхима в основном представлена двухслойной, иногда встречаются и трехслойные клетки. В губчатой паренхиме в большом количестве встречаются друзы. Общая толщина листа 93,78 м.

Длина устьиц в одном поле зрения 21,92 м, ширина — 14,21 м, в 1 мм² содержится 513 шт. устьиц (рис. 3, 1, 2).

Гистологические элементы листьев кустовой шелковицы Кол-тут, м

Гистологические элементы		Кол-тут-2 2n=56	Кол-тут-3 2n=42
Верхний эпидермис	Толщина кутикулы	3,69	3,22
	Высота клеток	23,65	23,85
	Ширина клеток	26,75	26,39
Палисадная паренхима	Высота клеток	27,34	27,14
	Ширина клеток	5,71	6,19
Общая толщина губчатой паренхимы		29,45	28,58
Нижний эпидермис	Толщина кутикулы	1,21	1,40
	Высота клеток	10,89	9,18
	Ширина клеток	13,46	12,5
Общая толщина листа		96,19	93,78
Длина устьиц		21,39	21,92
Ширина устьиц		14,55	14,21
Количество устьиц на 1 мм ² , шт.		637	513

Проведенными анатомическими исследованиями установлено, что лист Кол-тут-2 и Кол-тут-3 имеет дорзовентральное строение с однорядной палисадной и 2—3-рядной губчатой паренхимой.

Лист Кол-тут-2 и Кол-тут-3 нежный по сравнению с другими триплоидными и тетраплоидными сортами шелковицы. В верхнем и в нижнем эпидермисе толщина кутикулы меньше, чем облегчается поедание листа тутовым шелкопрядом в младших возрастах.

Таким образом, анатомические особенности кустовых форм Кол-тут-2 и Кол-тут-3 полностью отвечают требованиям тутового шелкопряда. Учитывая их исключительно высокую продуктивность, возможность полностью механизировать межрядную обработку и эксплуатацию плантаций, считаем, что они будут иметь важное значение в укреплении кормовой базы и интенсификации шелководства.

1. Абдуллаев И. К. «ДАН Азерб. ССР», т. 19, № 9, 69—73, 1963. 2. Абдуллаев И. К., Мурадов Р. Б. Республ. науч. сессия по экспериментальному мутагенезу растений, 197—198. Баку. 1970. 3. Абдуллаев И. К., Тагиева Л. А., Мурадов Р. Б. «Изв. АН Азерб. ССР серия биол.», № 4, 32—37, 1973. 4. Абдуллаев И. К., Мурадов Р. Б. Экспериментальная полиплоидия у шелковицы, 174—178. Баку. 1976. 5. Абдуллаев И. К., Тагиева Л. А. Генетика и селекция в Азербайджане. т. IV, 191—192. Изд-во «Элм», Баку, 1976.

Институт генетики и селекции

Поступило 29. V 1981

Л. Э. Ширијева, Т. З. Вәлијева

ЖЕНИ КОЛ ФОРМАЛЫ КОЛТУТ-2 ВӘ КОЛТУТ-3 ТУТ ФОРМАЛАРЫНЫН ЖАРПАҒЫНЫН МОРФОЛОЖИ ГУРУЛУШУ

Мәғаләдә Кенетика вә Селексия Институтунда гибридашдырма үсүлү илә алынмыш Колтут-2 вә Колтут-3 формасынын морфоложи вә анатомик хусусијјәтинин тәдқиғи верилір.

Апарылмыш ситоложи вә анатомик тәдқиғата әсасән ашағыдакылары гејд етмәк олар:

Ситоложи анализ нәтичәсиндә мүүјән олунмушдур ки, Колтут-2 формасынын соматик һүчәјрәсиндә 2n-56 хромосом, Колтут-3-дә исә 2n-42 әдәд хромосом вардыр.

Анатомик тәдқиғатын нәтичәләри кәстәрди ки, һәр ики формада жарпағлар дорзавентрал гурулушда олмағла бир гат чәпәрвары вә 2—3 гат сүнкәр паренхиминдән тәшкил олунмушдур. Колтут-2 вә Колтут-3 формаларында үст эпидермисдә кутикула тәбәғәси башға триплоид вә тетраплоид сортлара нисбәтән назикдир. Бу хусусијјәт исә Колтут формаларындан тут ипәк гурдларынын кичик јашларында јемләндирилмәси үчүн истифадә едилмәсинә имкан јарадыр.

L. A. Shiryeva, T. Z. Veliyeva

MORPHOLOGO-ANATOMICAL STRUCTURE OF LEAVE OF NEW BUSHY FORMS OF MULBERRY KOL-TUT-2 AND KOL-TUT-3

The results of study of morphologo-anatomical peculiarities of the leave of bushy forms of mulberry Kol-tut-2 and Kol-tut-3 are given in the article.

Conducted analyses show that Kol-tut-2 and Kol-tut-3 leave is more tender in comparison with triploid and tetraploid mulberry varieties. Cuticle thickness is thinner in the upper and lower epidermis, this facilitates eating up of leaves by silkworms in younger ages.

Дж. Ю. ГАСАНЗАДЕ

МИНИАТЮРЫ РУКОПИСИ БУСТАНА СА'ДИ 1527 г.

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

Внимание автора статьи привлекает великолепный список «Бустана Са'ди из собрания института рукописей им. К. С. Келидзе АН Груз. ССР (шифр Р. 748), ранее никем не исследованный.

Рукопись эта небольшая по формату, переплет из мягкой темно-коричневой кожи с тиснением. В колофоне указано лишь время издания книги-шабан 933 г. х., т. е. октябрь 1527.

Имя переплетчика, как и место изготовления рукописи, неизвестны. Однако стилевые особенности тебризской миниатюрной школы 20—30-х годов XVI в. здесь настолько ярко выражены, что не вызывает сомнения, что автором миниатюры является тебризский живописец.

Миниатюры эти небольшие, камерные по величине и характеру, выдержаны в одном стиле, за исключением «Сцены охоты», которая решена в несколько иной живописной манере.

В двух из них: Дворцовой сцене (л. 21 а) и Батальи (л. 112 а) миниатюрист сохраняет традиционную схему почти неизменной. Они выполнены искусно, хотя и лишены индивидуальности.

В первой из них на фоне орнаментированной ниши залы и желтого с золотым узором ковра восседает правитель в оранжево-синем одеянии. Фигуры его приближенных, одетых в синие и пурпурные одежды, а также элементы архитектурного декора — все созвучно и гармонирует в колорите. Подобная композиционная схема довольно часто встречается в миниатюрной живописи с 20-х годов, и в почти неизменном виде существует на протяжении более полувека.

Батальная же сцена представляет собой стереотип архаического характера, корни которого надо искать в миниатюрной живописи предыдущего столетия. Схема эта ограничивает творческие возможности художника. Темно-синее небо, бурый холм, трое всадников в шлемах со щитами настигают четвертого, который полуобернувшись, защищается от врага.

Золотом расцвечены шлемы, древко знамени с навершием в виде стилизованной птичьей головы с изогнутой шеей. В одеждах преобладают пурпур, голубые и фиолетовые тона. Фигуры всадников застыли в скованных позах.

Значительно больший интерес представляют три другие миниатюры рукописи. Это «Сцена охоты» (л. 37б), которая несколько отличается от двух последующих, хотя выполнена также с большим мастерством.

В миниатюре на фоне золотого неба и теплого, охристого холма с мягким, текучим силуэтом расположена фигура охотника на черном коне, в оранжевом одеянии и зеленых сапогах. Его венец, золотой с синими

ним инкрустированным узором, скатился к реке, протекающей у нижней грани миниатюры. Реку отделяет от холма темно-зеленая полоска с разноцветными перламутровыми камешками, из-под которых вытекают цветущие кусты. Всадник, сильным ударом пронзает насквозь лва, который в предсмертных муках, с багровой раной на спине пытается освободиться от копья.

Справа от фигуры всадника изображено дерево с округлой кроной и темно-коричневым стволом, который вторит изгибом силуэту всадника.

Мягкая теплая гамма цветов, относительно меньший масштаб фигур в композиции, рационализм, выверенность линий, цветовых сочетаний, внутренняя уравновешенность композиции, способ наложения красочных локальных, эмалевых пятен, блеск отполированного красочного слоя — все эти качества присущи скорее гератскому стилю. Однако множество отдельных динамических элементов, изгибов линий, кривизна, сферичность построения композиционной коробки свидетельствует о явном наличии здесь элементов тебризского стиля.

В миниатюре, иллюстрирующей притчу от Аврааме и огнепоклоннике (л. 42 а), повествуется о желании Авраама достигнуть совершенства и очиститься от грехов. С этой целью он приглашал домой всех путников, проходящих мимо, устраивал им радушный прием. Так, пригласив к себе однажды святого старца, он узнает, что тот поклоняется огню, т. е. является иноверцем. Тогда Авраам изгоняет старца из дома, но ангел Серош укоряет его за это и повелевает исправить ошибку.

Миниатюра решена чрезвычайно динамично. В центре композиции на фоне темно-синего неба с золотыми облаками расположен входной павильон, увенчанный куполом и фланкированный крепостными стенами. На фоне желтых плит стен и оранжевых плит двора расположены наблюдатели сцены, которые энергичными жестами рук выражают свое отношение к происходящему. Их синие, оранжевые одежды живописно выделяются на фоне стен. Внизу, слева на земле, сидит седобородый старец в темно-коричневых одеждах с золотом, горестно обхватив себя руками.

Вверху, из-за зубцов крепостной стены, выглядывают фигурки Сероша и Авраама.

Справа от купола, чей пламенеющий золотой нимб «фарр» говорит о святости хозяина дома, стоит Авраам в оранжевом халате, обхватив руками голову в отчаянии от содеянного. Слева от купола в сиреневых одеждах, расшитых золотом, стоит ангел Серош. На нем черная маленькая шапочка, а его размашистые крылья с оперением черным у основания, кирпично-коричневые в середине и желтым у окончания, взметнувшись в ночное небо, выступают на поля миниатюры.

Примечательно, что сам типаж ангела с округлым овалом лица и грациозной удлиненной фигуркой, тяготеет иконографически к тебризским образцам рубежа XV—XVI столетий. И в частности, обнаруживает большое сходство с типами миниатюры «Мирадж», которую склонны считать работой самого Султана Мухаммеда, созданной около 1505 г.¹

Наряду с динамичностью происходящего действия, динамично и само построение композиции. Оно разворачивается по вертикали, нарастая снизу вверх от одной фигуры к другой. Завершается это движением крыльев ангела, чей взмах прорезает рамку композиции. Эта особенность, равно как и способ наложения краски (динамично неровный, лишенный эмалевого блеска), говорит о принадлежности данной миниатю-

ры тебризскому художнику, творчески развивающему местную традицию.

В миниатюре «Полет черепахи» (л. 72 а) иллюстрируется рассказ о хвастливой черепахе, повиснувшей на жерди, которая уговорила диких уток поднять ее в воздух. Однако, увидев внизу людей, она кричит, чтобы привлечь их внимание, сорвавшись, падает в лужу.

В данном случае этот сюжет скорее явился лишь отправной точкой для художника, ибо главное здесь пейзаж, очень тонко разработанный, феерический, глубоко эмоциональный, что отличает тебризскую школу от других школ.

Надо отметить, что если для гератского художника пейзаж играл равноценную, а подчас и вспомогательную роль в миниатюре наряду с остальными ее элементами, то в тебризской миниатюре нередки случаи, когда пейзаж подавлял в композиции все остальные, доминировал в ней безраздельно. Вспомним шедевры Султана Мухаммеда из знаменитого списка Шах-намэ (собр. А. Хоутона) — «Двор Кеямурса», «Казнь Зохаха» и др. Подобной картины мироздания, когда по выражению О. Бенена «этот первозданный замороженный пейзаж выглядит так, словно только что схлынули воды всемирного потока», — не знает ни одна ближневосточная школа миниатюры.

В нашей миниатюре на фоне узкой полосы золотого неба мы видим двух диких уток, несущих черепаху, ниже расположены скалы с острыми изломами силуэтов самых различных оттенков, увенчанные справа вверху коренастым деревцем с густой темно-зеленой тропой. Под ним же из скалы бьет родник, образуя небольшую заводь, с обрамляющим ее бордюром травы. Далее располагается светло-желтый песчаный холм с крупными цветущими кустами и, наконец, темно-зеленый луг с яркими цветами, выбивающимися из-под перламутровых камней.

Группа наблюдателей этой сцены: стоящий в центре, мужчина в одежде пурпурного цвета, окружающие его персонажи в синих, оранжевых, красных и светло-зеленых халатах. Несмотря на крупный масштаб фигур и их количество (около 6—7 человек), это отнюдь не мешает восприятию пейзажа.

Как почти везде в тебризской миниатюре, здесь пейзаж необыкновенно живой, одухотворенный. Подобное отношение к природе, к миру, отражают пантеистическое миропонимание, присущее тебризским мастерам.

Художник в таких пейзажах одушевляет скалы, деревья, родники, всю окружающую среду.

Любопытно проследить стилевые отличия различных школ на примере миниатюры с тем же сюжетом из рукописи «Тухват-аль ахрар» Джамии, созданной в 60-е годы XVI в. в бухарских мастерских (ГПБ, Дорн 425, л. 46)². Здесь менее созвучны цвета, более архаично и примитивнее решение пространственной схемы композиции, абсолютно плоскостна разработка планов. Фигурки людей, неестественно застывшие, «выпадают» из ландшафта.

Так, на основе стилистического анализа миниатюр «Бустана» Саади из собрания Института рукописей АН Грузинской ССР мы приходим к выводу, что миниатюры эти являются образцом достойного развития местных, тебризских традиций. И несмотря на проникновение в тебризский стиль отдельных элементов гератского, тебризские живописцы критически осмысливали их, в отличие от бухарских мастеров, не заимствуя слепо.

Примечание

I. Robinson B. W., Grube E. J., Meredith-Owens G. M., Skelton R. W. The Keir collection. Islamic painting and the art of book. London, 1976, col. pl. 19. 2. Ашрафи М. М. Персидско-таджикская поэзия в миниатюрах XIV—XVII вв. Душанбе, 1974, цв. табл. 74.

Институт архитектуры и искусства

Поступило 20. VII 1980

Ч. Ю. Гасанзаде

СӘДИНИН 1527-ЧИ ИЛ ТАРИХЛИ ӘЛЖАЗМАСЫНЫН МИНИАТҮРЛӘРИ

Курчүстан ССР ЕА-нын Әлжазмалары Институтунда Сәдинин «Бүстан поэмасы»нын бир әлжазмасы сахланылып. Онуи колофонунда јалпы әлжазмасынын јарадылмасы тарихи—1527-чи ил гејд олуи мушдур. Миниатүрләрнн мүәллифи вә каллиграфы мәлум дејил. Әлжазмасында беш миниатүр вардыр. һәмни миниатүрләрнн тәһлил едәрәк биз бу нәтичәјә кәлирик ки, онлар ејни вахтда, јәни XVI әсрин 20-чи илләрннн сонларында истејадлы бир Тәбриз рәссамы тәрәфиндән јарадылмышдыр. О, өз миниатүрләрнндә јүксәк сәнәткарлыгла Тәбриз миниатүр мәктәби әнәнәләрннн давам вә инкишаф етдирмишдыр.

Dj. Yu. Gasanzade

THE MINIATURES FROM THE MANUSCRIPT OF BUSTAN OF SA'DI OF 1527

The Institute of Manuscripts of Academy of Sciences of Georgian SSR possesses a copy of Bustan of Sa'di, which was edited in 1527. The names of calligrapher and painter are unknown. MS contains five miniatures, all of them are painted in the same time and in the same manner. The structure of space, free manner of portraying, all proves very high skill of his creator, who is undoubtedly a gifted representative of Tabriz pictorial school. The merit of this painter lies in the fact that he had developed further traditions of Tabriz pictorial style.

УДК 91 (014)

ТОПОНИМИКА

Г. А. ГЕЙБУЛЛАЕВ

О ПРОИСХОЖДЕНИИ НЕКОТОРЫХ ЭТНОТОПОНИМОВ АЗЕРБАЙДЖАНА, (ДОЛАНЛАР, ОНГУТЛУ, АРАТКЕНД, АБАД, АЛАТ, АЛАР, КЕРКИ, КЫЛЫЧЛЫ)

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

Как известно, монголы, завоевавшие в XIII в. Закавказье, состояли из различных монголоязычных и тюркоязычных племен. Некоторые из них оставили след в топонимии Азербайджана [5]. Автор XIII в. Рашид ад-Дин среди монголов упоминает также племена онгут [11, 140—143] и долон [11, 75, 77, 78]. Интересно, что в Азербайджане эти этнонимы до сих пор сохраняются в ойконимах Онгутлу (Геокчайский р-н) и Доланлар (Гадрудский р-н). Поэтому образование этих селений следует отнести к монгольскому периоду. Отметим, что этнонимы онгут и долон известны и среди других тюркоязычных народов, в частности среди киргизов [1, 29] и узбеков [15, 167].

Рашид ад-Дин сообщает, что в монгольских войсках участвовало также племя ойрат [11, 118]. Автор отмечает, что ойраты покорились Чингисхану [11, 119] и «в Иране и Туране было и есть множество людей из числа эмиров ойратского племени» [11, 120]. Исследования показывают, что этот этноним, в фонетически измененной форме, отражен в ойконимах Араткенд I и Араткенд II (Ахсуинский р-н). Следовательно компонент Арат в этих этнотопонимах следует считать искажением от этнонима ойрат, с чередованием губного гласного «о» на «а» и выпадением согласного «н» в этнониме ойрат. Эти фонетические явления характерны для азербайджанских диалектов [16, 106].

Указанное подтверждается также тем, что, во-первых, в начале XIX в. в Талышской зоне жило кочевое общество Оратлы [8, 247]. По сведениям конца XIX в. упомянутое общество еще вело полукочевой образ жизни, лето проводило на Мугане, а зиму — в Талышских горах [13, 180].

Это согласуется со сведениями о том, что в конце XIX в. в Джавадском уезде, который охватывал часть Муганской равнины, одна зимовка называлась Арадлы [10, 17], что происходит фонетически от этнонима оратлы II—аратлы. Впоследствии на месте этой зимовки возникло селение, известное в настоящее время под названием Араткенд.

Во-вторых, до сих пор в Лерикском районе, в Талышской зоне, жители некоторых горных селений (Лазран, Нуравут, Старый Оранд, Новый Оранд и др.) именуются оратлы. В 20-х годах XIX в. исследователь Иса Азимбеков среди оратлинец записал предание, по которому они пришли туда из Чин-Мачина [2, 74]. А Чин-Мачин, по Махмуд Кашгари, как известно, был названием Верхнего Китая. Это предание согласуется со сведениями Рашид ад-Дина об участии ойратов среди монголов,

а также о переселении в XIII в Талышскую зону нескольких монгольских племен [7, 191].

В-третьих, по мнению исследователей, ойраты состояли из племен элет или олет [4, 266, 267] и алар [12, 91], которые также отражены в топонимии Азербайджана. Так, этноним элет оставил след в ойконимах: Алат (азерб. Элэт) и Алатлы (азерб. Элэтли) в Карадагском и Сабир-Абадском районах. К этому же этнониму восходят также ойконим Алат-лу (от этнонима алат и аффикс множественности «лу») в Армянской ССР, гидроним Алатлар (от этнонима Алат и аффикс множественности «лар») в прошлом в Дагестане [10, 117]. Рашид ад-Дин упоминает топоним Элет в Монголии [11, 123]. С. Алат в XVIII в. отмечено в Поволжье [3, 201], а с. Алат и Алатский р-н — в Узбекистане [6, 169, 177].

Как отмечено, одно из племен ойратов называлось алар. Этноним алар, отражен в двух ойконимах Алар (Джалилабадский и Ярдымлинский р-ны).

В литературе, относящейся к середине XIX в., Алар являлся названием части племенной общности Джаншалы (искаж. от Джаханшалы) и состоят из 4-х частей, которые образовали селения Сархадабад (I и II Алар), Абышабад (III — Алар) и Алар (IV — Алар) в Талышской зоне [14, 38].

По народной этимологии ойконим Абад (Агдашский р-н) образовался от персидского слова абад — «благоустроенный», «цветущий». Однако это не соответствует действительности, во-первых, потому, что как отметил Э. М. Мурзаев, в топонимии слово абад самостоятельно не употребляется¹ и обычно оно составляет вторую часть сложных ойконимов (нап., Нейматабад, Советабад, Кировабад и др.), во-вторых, в документе 1809 г.² этот ойконим отмечен как Ават, в-третьих, местное население также произносит его только как Ават. Чередование — б в середине слов является характерным фонетическим явлением для восточных диалектов азербайджанского языка. Что касается ойконима Ават, то можно предположить, что он отражает название тюркского племени ават. Это племя отмечено у киргизов [1, 27, 54]. К этому этнониму, вероятно, восходит бывший топоним Ават в Казахстане,³ два ойконима Ават и развалина Ават на Кавказе [10, 2]. В источнике нач. XIX в. в Карабахской провинции в Азербайджане жило племя афатли [9, 131]. Вероятно, афатли является искажением от аватли, что объясняется характерным фонетическим явлением — чередованием в — ф в середине слов в азербайджанских диалектах. Впоследствии это племя образовало три селения Афатлу [9, 23]. В настоящее время существует с. Афатли (Агдамский р-н).

Не выяснены до сих пор ойконимы Керки (Нахичеванский р-н) и Кылычлы (Кельбаджарский р-н).

Ойконим Керки, по нашему мнению, отражает название племени керки. Это племя является одним из тюркских племен [16, 140]. Племя керки отмечено в Турции [17, 393] и Узбекистане [20, 125]. Одно из родовых подразделений среди казахов в Азербайджане в начале XIX в. называлось Керки-Башлу. Вероятно, племя керки пришло в Азербайджан с кипчаками. Это подтверждается, во-первых, тем, что в Узбекистане керки является племенем кипчакского происхождения, во-вторых, и

1 Э. М. Мурзая. География в названиях. М., 1979, стр. 105.

² Акты Кавказской Археографической Комиссии, т. IV, стр. 82—83.

3 Ч. Ч. Валиханов. Сочинения, т. 1. Алма-Ата, 1961, стр. 175.

в Азербайджане Керки-Башли входил в состав племенной общности казахов, которые по происхождению, безусловно, связаны с кипчаками.

Ойконим Кылычлы отражает тюркский этноним килч. Племя килч в русских летописях упоминается в связи с битвой при р. Калка [18, 503, 505]. Вероятно, часть этого племени поселилась в Азербайджане после битвы при р. Калка (1223 г.) среди кипчаков. Это мнение подтверждается тем, что племя кылышы (от Кылычлы) отмечено среди каракалпаков [19, 165], а последние, по мнению исследователей, исторически связаны с кипчаками.

В Азербайджане племя кылычлы раньше жило в Ширване. После упразднения Ширванского ханства в начале XIX в., оно было переселено в Карабаг генералом В. Г. Мадатовым, и в XIX в. образовано указанное селение.

Сказанное говорит о том, что монгольское завоевание и переселение части кипчаков под их натиском из Северного Кавказа в Азербайджан оставило определенный след в топонимии.

Литература

1. Абрамзон С. М. Киргизы и их этногенетические и историко-культурные связи. Л., 1971.
2. Азимбеков И. Древности Ленкоранского края. «Изв. Азерб. археол. комитета», вып. II. Баку, 1926.
3. Алишев С. Х. Татары Среднего Поволжья в пугачевском восстании. Казань, 1973.
4. Дарбакова В. П. Сб. «Этнонимы», М., 1970.
5. Гейбуллаев Г. А. «ДАН Азерб. ССР», № 2, 1975.
6. Кармышева Б. Х. Очерки этнической истории южных районов Таджикистана и Узбекистана. М., 1978.
7. История Азербайджана, т. I, Баку, 1958.
8. Обзорение Российских владений за Кавказом, ч. III. СПб., 1836.
9. Описание Карабахской провинции. Тифлис, 1829.
10. Пагирев Д. Д. Алфавитный указатель к пятивертной карте Кавказского края. Тифлис, 1913.
11. Рашид ал-Дин. Сборник летописей, т. I. М.—Л., 1952.
12. Санжеев Г. Д. Уч. зап. Ин-та Востоковедения, т. IV. Л., 1952.
13. Сборник статистических данных о землевладении и способах хозяйства в пяти губерниях Закавказского края. Тифлис, 1899.
14. Списки населенных мест Российской империи. Бакинская губерния. Тифлис, 1870.
15. Султанов Т. И. Сб. «Средняя Азия в древности и средневековье», М., 1977.
16. Аристов Н. А. Заметки об этническом составе тюрко-татарских племен и народностей. СПб., 1897.
17. Лерх П. Исследование об иранских курдах и их предках северных халдеях. СПб., 1832.
18. Полное собр. русских летописей, т. V. Лаврентьевская летопись. Изд. 2. Л., 1926.
19. Повести о Куликовской битве. М., 1954.
20. Жданко Т. А. Труды Ин-та этнографии, т. IX, М., 1960.
21. Шаниязов К. К этнической истории узбекского народа. Ташкент, 1974.

Институт истории

Поступило 12. III 1980

Г. Э. Гејбуллајев

**АЗƏРБАЙҶАНЫН БƏ'ЗИ ЕТНОТОПОНИМЛƏРИНИН МƏНШƏЈИ
ҲАГҒЫНДА**

(Доланлар, Онгутлу, Араткэнд, Элэт, Алар)

Мәңбэләрә керә, XIII әсрдә Јахын Шарғи ишғал етмиш монголларын ичәрисиндә долан, онугт, вә ојрат адлы тајфалар олмушдур. Тәдгигат кесторир ки. һәмин тајфаларын адлары Азәрбајчан Долаңлар. Үнкүтлү вә Араткәнд ојконимләриндә. Ојротларын Әләт вә Алар гәбиләләринин адлары исә бир нечә Әләт вә Алар кәңдләринин адларында из гојмушдур.

G. A. Geybullaev

ABOUT THE ORIGIN OF SOME AZERBAIJAN ETHNOTOPONYMS
(Dolanlar, Ongutlu, Aratkend, Alat and Alar)

The tribes Dolan, Ongut and Oyrat (at the same time the Oyrats tribes Olet and Alar) which took part in Mongol fight were shown in the toponyms Dolanlar, Ongutlu, Aratkend, Alat and Alar.

МҮНДЭРИЧАТ

Ријазийјат

- Ф. Г. Магсудов, О. А. Вәлијев. Периодик комплекс эмсаллы дирак операторунун спектрал анализ 3
 Ә. Д. Оручов. Бир синиф јүксәк тәртибли өз-өзүнә гошма олмајан дифференциал операторларын спектрал тәһлили 8
 Е. А. Гасымов. Мүхтәлиф типли системләрн бир-биринә баглајан гарышын мәсәлә нәзәрийјәсинә даир 12
 М. К. Гасымов, Н. Ш. Нүсәјнов. Диффузија операторунун спектрал вериләнләрә көрә тәјини 19

Јарымкечиричиләр физикасы

- Е. Ј. Салајев, И. М. Әскәров, Н. Ч. Мәммәдов, Р. Х. Нани, Б. Н. Тағыјев. CdInGaS монокристалынын волтампер характеристикасына ғызыл ашгарларынын тәсири 24

Јарымкечиричиләр вә диелектрикләр физикасы

- Л. М. Иманов, З. А. Ибраһимов. Ваиаднумтеллур шүшәләринин ЕПР спектри вә електрик кечиричилији 27
 А. Н. Абдуллајев, И. Г. Аксјанов, Ә. Н. Мәммәдов, К. И. Абдуллајев. CaSe -нин назик тәбәғәләриндә екситонларын әләғә енержисинин дәјишмәси 31

Физики кимја

- Б. А. Дадашов, В. Ј. Мәчински, В. Е. Јуров, С. Е. Мәммәдов. Биметаллсеолит катализатор үзәриндә и-пентанын изомерләшмәсинин кинетик га-нунаујгуулулары 34

Биофизика

- Н. М. Мәһәммәдов, Н. К. Нә'мәнзадә, Н. И. Чәфәров. Көзүн торлу гишасынын тәчрүби декенерасијасы шәрәнтиндә липидләрн перекис ок-сидләшмәсинин тәдгиги 38

Гејри-үзви кимја

- М. С. Хијалов, И. Р. Әмирасланов, Х. С. Мәммәдов, Е. И. Мөвсүмов. Диспрозиум (III) и-нитробензоатын кристал вә молекулјар гуру-лушу 42

Үзви-кимја

- М. Ә. Әһмәдов, С. И. Садыхзадә, Ш. К. Казымов, Р. И. Ахун-дова, Р. А. Гурбанова, Л. М. Бабајева, М. Б. Шүкүрова. Лујис туршуларынын иштиракы илә металлил-хлориди 2,3-дихлорјағ алдеһидилә реак-сијасынын тәдгиги 46

Полимерләр физикасы

- А. Ә. Бүнјатзадә, Салах Абдел Әзиз Әһмәд Түрк, З. А. Садыхов. Этилен-октан-1 биркә полимеринин бә'зи молекулјар күтлә вә структур хассәләринин тәдгиги 51

Нефт-мә'дән механикасы

- Т. Ш. Салаватов, Х. Б. Көзәлов, М. К. Кәримов. ЕПР методу илә гејри-ијутон нефтләриндә тәзјиглә тә'сиретмә механизминин өјрәниlmәси 56

Стратиграфија

- А. Б. Мәммәдов. Нахчыван МССР-дә алт карбонун визәј мәртәбәсинин зонал бөлкүсү 60

Торпагшүнаслыг

- С. Ә. Әлијев, М. М. Нүсәјнов. Боз-гонур торпагларда амин туршула-рынн фәсилләр үзрә динамикасы 65

Агрокимја

- А. Н. Күләһмәдов, Н. А. Агајев. Бөјүк Гафгазын (Азәрбајчан әра-зиси) аллүвиал-чәмән торпагларында вә биткиләриндә микроэлементләрн миг-дары 69

Ботаника

- С. С. Мишурова. Пас хәстәлијинин 486/56 нанәсинин сфир јағынын миг-дарына вә тәркибинә тәсири 73

Биткиләрн анатомијасы

- Л. Ә. Ширијева, Т. З. Вәлијева. Јени кол формалы колтут-2 вә кол-тут-3 тут формаларынын јарнагынын морфоложи гурулушу 77

Иңчәсәнәт

- Ч. Ј. Нәсәнзадә. Сә'динин 1527-чи ил тарихли әлјазмасынын минијатүр-ләрн 81

Топонимика

- Г. Ә. Гејбуллајев. Азәрбајчанын бә'зи етнотопонимләринин мәншәји һаггында 85

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

- Ф. Г. Максудов, О. А. Велнев. Спектральный анализ оператора Дирака с периодическими комплекснозначными коэффициентами 3
- А. Д. Оруджев. Спектральный анализ одного класса несамосопряженных дифференциальных операторов высокого порядка 8
- Э. А. Гасымов. К теории смешанных задач на сопряжение разнотипных систем 12
- М. Г. Гасымов, Г. Ш. Гусейнов. Определение оператора диффузии по спектральным данным 19

Физика полупроводников

- Э. Ю. Салаев, И. М. Аскеров, Н. Р. Мамедов, Р. Х. Нани, Б. Г. Тагиев. Влияние примесей золота на ВАХ монокристаллов CdInGaS_4 24

Физика полупроводников и диэлектриков

- Л. М. Иманов, З. А. Ибрагимов. Спектры ЭПР и электропроводность ванадиевотеллуритных стекол 27
- А. Г. Абдуллаев, И. Г. Аксянов, А. И. Мамедов, К. И. Абдуллаев. Изменение энергии связи экситонов в тонких пленках GaSe 31

Физическая химия

- Б. А. Дадашев, В. Л. Меджинский, В. Е. Юров, С. Э. Мамедов. Кинетические закономерности изомеризации *n*-нептана на биметаллцеолитном катализаторе 34

Биофизика

- Н. М. Магомедов, Н. К. Нейман-заде, А. И. Джафаров. Исследование перекисного окисления липидов при экспериментальной дегенерации сетчатки 38

Неорганическая химия

- М. С. Хиялов, И. Р. Амирасланов, Х. С. Мамедов, Э. М. Мовсумов. Кристаллическая и молекулярная структура *n*-нитробензоата диспрозия (III) 42

Органическая химия

- М. А. Ахмедов, С. И. Садых-заде, Ш. К. Кязимов, Р. И. Ахундова, Р. А. Курбанова, Л. М. Бабаева, М. Б. Шукюрова. Исследования реакции хлористого металла с 2,3-ди-хлормасляным альдегидом в присутствии кислот Льюиса 46

Химия полимеров

- А. А. Буният-заде, Салах Абдель Азиз Ахмед Турк, З. А. Садыхов. Исследование некоторых молекулярно-массовых и структурных характеристик сополимеров этилена с октен-1 51

Нефтепромысловая механика

- Т. Ш. Салаватов, Х. Б. Гезалов, М. К. Керимов. Исследование методом ЭПР механизма барообработки не-newтоновских нефтей 56

Стратиграфия

- А. Б. Мамедов. Зональное расчленение визейского яруса нижнего карбона Нахичеванской АССР 60

Почвоведение

- С. А. Алнев, М. М. Гусейнов. Сезонная динамика количества и состава аминокислот серо-бурых почв 65

Агрохимия

- А. Н. Гюльяхмедов, Н. А. Агаев. Содержание микроэлементов в аллювиально-луговых почвах и растениях Большого Кавказа (в пределах Азерб. ССР) 69

Ботаника

- С. С. Мишурова. Влияние ржавчины на содержание и состав эфирного масла у мяты 486/56 73

Анатомия растений

- Л. А. Ширнева, Т. З. Велнева. Морфолого-анатомическое строение листа новых кустовых форм шелковицы Кол-тут-2 и Кол-тут-3 77

Искусство

- Дж. Ю. Гасанзаде. Миниатюры рукописи Бустана Са'ди 1527 г. 81

Топонимика

- Г. А. Гейбуллаев. О происхождении некоторых этнопонимов Азербайджана (Доланлар, Онгутлу, Араткенд, Абад, Алат, Алар, Керки, Кылычлы. 85

Сдано в набор 12/XII 1980 г. Подписано к печати 16/III 1981 г. Формат бумаги 70×100^{1/16}. Бум. лист. 2,88. Печ. лист. 8,05. Уч.-изд. лист. 6,76. ФГ 20552. Заказ 684. Тираж 655. Цена 40 коп.

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

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 сюр. Занумерованные формулы обязательно выключаются в красную строку, номер формулы ставится у правого края строки. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки. Подстрочные и надстрочные индексы и степени следует отмечать карандашом, дугами сверху и снизу:

R^n , r_n

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

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

Следует избегать знаков типа ~ (волна), ⊙, ⊕, ⊗, □, ⊠, ∠, ∇, ∨, ∩

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

и $\times$, $\in$, $\oint$, $\oint$, $\oint$

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 элементарном 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.

