



ISSN 0002-3078

АЗƏРБАЙҶАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXVIII ЧИЛД

1982 • 4

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

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

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

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

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

Статьи, присланные без соблюдения этих правил, 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 автора в год. Это правило распространяется на академика АН Азерб. ССР.

5. Автор должен поместить статью, а также дату ее поступления, в соответствии с классификацией (УДК). К статье прилагается три экземпляра, предназначенных для:

6. В статье должны быть указаны почтовый адрес и номер телефона автора, с которым редакция будет вести переписку.

7. Возврат статьи осуществляется по почте, с которым редакция будет вести переписку.

8. В статье должны быть указаны почтовый адрес и номер телефона автора, с которым редакция будет вести переписку.

9. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

10. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

11. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

12. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

13. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

14. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

15. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

16. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

17. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

18. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

19. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

20. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

21. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

22. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

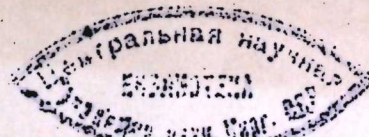
23. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

24. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

25. Статьи должны быть выполнены на чистом листе, с которого не должно быть скопировано.

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ ТОМ XXXVIII ЧИЛД

№ 4



УДК 17.944

Ю. А. АБИЛОВ

МАТЕМАТИКА

О ГРАНИЧНЫХ СВОЙСТВАХ РЕШЕНИЙ ЗАДАЧИ
ДИРИХЛЕ ДЛЯ ВЫРОЖДАЮЩИХСЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ
УРАВНЕНИЙ 2-го ПОРЯДКА

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

Рассмотрим в произвольной ограниченной области D n -мерного евклидова пространства R_n точек $x = (x_1, \dots, x_n)$ эллиптический оператор

$$Lu = \varphi(r) \cdot \sum_{i,k=1}^n a_{ik}(x) \cdot u_{x_i x_k} + \sum_{j=1}^n b_j(x) u_{x_j} + c(x) \cdot u, \quad (1)$$

где коэффициенты $a_{ik}(x)$ определены и непрерывны при $x \in \bar{D}$, причем выполнены следующие условия:

$$\alpha \cdot |\xi|^2 \leq \sum_{i,k=1}^n a_{ik}(x) \zeta_i \zeta_k \leq \beta \cdot |\xi|^2, \quad (2)$$

$$|a_{ik}(x) - a_{ik}(y)| \leq \omega(|x - y|), \quad \omega(t) \rightarrow 0 \text{ при } t \rightarrow 0 \quad (3)$$

$$|b_i(x)| < c_1, \quad -c_1 < c(x) < 0, \quad (4)$$

где $x_0 \in \partial D$, $r = |x - x_0|$, $\alpha \varphi(r)$ — непрерывная, неубывающая функция и $\varphi(r) \rightarrow 0$.

Впервые граничные свойства решений задачи Дирихле были рассмотрены в [1] при следующих ограничениях на коэффициенты: $\varphi(r) = 1$, $b_i(x) = c(x) = 0$. В этой работе было дано необходимое и достаточное условие регулярности граничной точки. Затем при более слабых ограничениях: $\varphi(r) = 1$, $a_{ik}(x)$ — непрерывны по Дини

$\left(\int_0^1 \frac{\omega(t)}{t} dt < \infty \right)$ эти же свойства изучались в [2], при ограничении

$\left(\int_\delta^1 \frac{dt}{\varphi(t)} < \infty \right)$ эта задача рассмотрена в [2] и [3], а при $\varphi(r) = 1$ и

произвольных непрерывных коэффициентах эта задача решена в [4]. В случае разрывных коэффициентов аналогичный круг вопросов освещен в монографии [5].

В настоящей заметке изучается граничное поведение решений задачи Дирихле для уравнения (1) при произвольной скорости вырождения $\varphi(r)$ и произвольных коэффициентах.

Всюду дальше будем придерживаться следующих обозначений: $S_R^{x^0}$ — открытый шар в R_n радиуса R с центром в точке x^0 , $S_R^{x^0}$ — сфера $|x - x^0| = R$, $\Omega_{R_1, R_2}^{x^0}$ — шаровой слой, определяемый неравенствами $R_1 < |x - x^0| < R_2$, \bar{D} — замыкание множества D , ∂D — его граница.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

© Издательство „Эли“ 1982 г.

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

Определение 1. Точка $x^0 \in \partial D$ называется регулярной относительно задачи Дирихле, если при любой непрерывной на ∂D граничной функции f для винеровского обобщенного решения [5] $u_t(x)$ справедливо равенство

$$\lim_{x \rightarrow x^0} u_t(x) = f(x_0).$$

Пусть

$$F(x, y) = |x - y|^{2-n} \cdot \exp \left(c \int_{|x-y|}^1 \left(\frac{\omega(\tau)}{\tau} + \frac{1}{\varphi(\tau)} \right) d\tau \right) \quad (5)$$

субрешение (барьер) [5] оператора (1), где константа c зависит только от коэффициентов уравнения (1) и равномерности пространства n .

Пусть m_E^+ — множество всех мер, носители которых принадлежат $E \subset R_n$ и $U^\mu(x) = \int_E F(x, y) d\mu(y)$, $x \in S(\mu)$, где $S(\mu)$ — носитель меры μ .

Определение 2. Емкостью множества E называется величина $C_F(E) = \max_{\mu \in m_E^+} \mu(E)$,

причем максимум берется по множеству мер $\mu \in m_E^+$, удовлетворяющих неравенству $U^\mu(x) \leq 1$, $x \in S(\mu)$, $S(\mu) \subset E$.

Рассмотрим в слое Ω^{x^0} барьер $F(x, y)$ и множество $E_m = \Omega^{x^0} \setminus D$,

$$E_m = \Omega^{x^0} \setminus D, \quad \left(1 - \frac{q}{2}\right) \cdot 2^{-m}, \left(1 + \frac{q}{2}\right) \cdot 2^{-m}$$

где q ($0 < q < \frac{1}{4}$) — константа, зависящая только от коэффициентов и размерности n . Емкость множества E_m обозначим через $C_F(E_m) = \gamma_m$.

В частности, если $F(x, y) = c \cdot |x - y|^{2-n}$, то $C_F(E_m) = C_{n-2}(E_m)$ т. е. налицо винеровская емкость.

При доказательстве достаточного условия регулярности граничной точки существенно используется следующая лемма о возрастании.

Лемма. Пусть $D \subset R_n$ — область и ∂D — ее граница. Пусть $x^0 \in \partial D$ и m — положительное число. Пусть E_m — пересечение слоя Ω^{x^0} с дополнением к области D и пусть Γ_m — та

часть границы области D , которая расположена строго внутри слоя Ω^{x^0} . Пусть в D определен оператор (1) и

$F_m(x, y)$ — решение неравенства $LF \geq 0$ в слое Ω^{x^0} $\cap D = H_m$, положительное в H_m и обращающееся в нуль на Γ_m . Тогда

$$\sup_{x \in D, y \in E_m} F(x, y) \geq \left(1 + \eta \cdot \exp \left\{ c_m \cdot \int_{2^{-m}}^1 \left(\frac{\omega(r)}{r} + \frac{1}{\varphi(r)} \right) dr \right\} \right) \times \times \frac{C_F(E_m)}{2^{-m(n-2)}} \sup_{x \in D \cap \Omega^{x^0}} F(x, y), \quad (6)$$

где η — константа, зависящая от коэффициентов оператора и размерности n .

Доказательство. Доказательство леммы основывается на построении в H_m суперрешения

$$V_m(x) = M \cdot \left[1 - \int_{E_m} F(x, y) d\mu(y) + \lambda \right],$$

где $\sup_{x \in D} F(x, y) = M$, т. е. $LV_m \leq 0$,

которое после соответствующего выбора λ и q ($0 < q < \frac{1}{4}$) становится в \bar{H}_m не меньше функции $F_m(x, y)$. Отсюда следует неравенство (6).

Теорема 1. Пусть в ограниченной области D задан оператор L , коэффициенты которого удовлетворяют условиям (1)–(4). Для того, чтобы точка $x^0 \in \partial D$ была регулярной, достаточно, чтобы ряд

$$\sum_{m=1}^{\infty} 4^{m(n-2)} \cdot \exp \left\{ c_m \cdot \int_{2^{-m}}^1 \left(\frac{\omega(\tau)}{\tau} + \frac{1}{\varphi(\tau)} \right) d\tau \right\} \cdot \gamma_m = \infty \quad (7)$$

Доказательство. Пусть даны ε_1 и ε_2 , подобласть $D' \subset D$ субрешение (5), непрерывное в \bar{D} , и

$$F(x) |_{\partial D \cap \Omega^{x^0}} \leq 0.$$

Обозначим через m_0 наименьшее натуральное число такое, что

$$2^{-m_0} < \varepsilon_1.$$

Пусть число $m > m_0$ таково, что существует точка $x' \in D'$, удовлетворяющая неравенству $|x' - x^0| \leq 2^{-m}$, и такая, что

$$F(x') \geq \varepsilon_2.$$

Точка x^0 будет регулярной, если будет доказано, что число m не может превосходить некоторой константы m^* , зависящей от коэффициентов оператора L , n , ε_1 и ε_2 [5].

Для каждого i , $i = m^0, \dots, m$ обозначим

$$M_i = \sup_{x \in \Omega^{x^0}} F(x) \quad \cap D$$

Рассмотрим теперь для каждого i , $i = m^0 + 1, \dots, m$ слои

$$\Omega^{x^0} \quad \text{и} \quad \Omega^{x^0} \quad \left(1 - \frac{q}{2}\right) \cdot 2^{-i}, \left(1 + \frac{q}{2}\right) \cdot 2^{-i} \quad \left(1 - \frac{q}{2}\right) \cdot 2^{-(i-1)}, \left(1 + \frac{q}{2}\right) \cdot 2^{-(i-1)}$$

Обозначим через $D_i \subset D$ компоненту, где $F(x) > 0$ и $\sup_{x \in D_i} F(x) = M_i$.

Имеем

$$C_F \left(\Omega^{x^0} \left((1-\frac{q}{2}) \cdot 2^{-i}, (1+\frac{q}{2}) \cdot 2^{-i} \right) \middle| D_i \right) \geq C_F \left(\Omega^{x^0} \left((1-\frac{q}{2}) \cdot 2^{-i}, (1+\frac{q}{2}) \cdot 2^{-i} \right) \middle| D \right) \geq j_i.$$

Теперь, применяя к слоям

$$\Omega^{x^0} \left((1-\frac{q}{2}) \cdot 2^{-i}, (1+\frac{q}{2}) \cdot 2^{-i} \right) \text{ и } \Omega^{x^0} \left((1-\frac{q}{2}) \cdot 2^{-(i-1)}, (1+\frac{q}{2}) \cdot 2^{-(i-1)} \right)$$

к области D_i и функции F лемму в возрастании, получим

$$M_{i-1} \geq \left(1 + \eta \exp \left\{ c_i \int_{2^{-i}}^1 \left(\frac{\omega(\tau)}{\tau} + \frac{1}{\varphi(\tau)} \right) d\tau \right\} \cdot \frac{\gamma_i}{2^{-i(n-2)}} \right) \cdot M_i.$$

После соответствующих выкладок получим

$$\sum_{i=m_0+1}^m \ln \left(1 + \eta \cdot \exp \left\{ c_i \int_{2^{-i}}^1 \left(\frac{\omega(\tau)}{\tau} + \frac{1}{\varphi(\tau)} \right) d\tau \right\} \cdot \frac{1}{2^{-i(n-2)}} \right) < \ln \frac{1}{\varepsilon_2}.$$

Так как

$$\ln \left(1 + \eta \cdot \exp \left\{ c_i \int_{2^{-i}}^1 \left(\frac{\omega(\tau)}{\tau} + \frac{1}{\varphi(\tau)} \right) d\tau \right\} \cdot \frac{\gamma_i}{2^{-i(n-2)}} \right) \geq a \cdot \exp \left\{ c_i \int_{2^{-i}}^1 \left(\frac{\omega(\tau)}{\tau} + \frac{1}{\varphi(\tau)} \right) d\tau \right\} \cdot \frac{\gamma_i}{2^{-i(n-2)}}.$$

где a — константа, зависящая от коэффициентов оператора L , то

$$\sum_{i=m_0+1}^m \exp \left\{ c_i \int_{2^{-i}}^1 \left(\frac{\omega(\tau)}{\tau} + \frac{1}{\varphi(\tau)} \right) d\tau \right\} \cdot \frac{\gamma_i}{2^{-i(n-2)}} \leq \frac{1}{a} \cdot \ln \frac{1}{\varepsilon_2}.$$

Так как ряд $\sum_{i=1}^{\infty} \exp \left\{ c_m \int_{2^{-i}}^1 \left(\frac{\omega(\tau)}{\tau} + \frac{1}{\varphi(\tau)} \right) d\tau \right\} \cdot \frac{\gamma_i}{2^{-i(n-2)}}$ расходится, то

найдется такое m^* , что предыдущее неравенство может выполняться только при $m < m^*$. Это m^* зависит от m_0 , то ε_2 и от a . Теорема доказана.

Следствие 1. Если $\int_0^1 \frac{dr}{\varphi(r)} < \infty$ и $\int_0^1 \frac{\omega(r)}{r} dr < \infty$, то $F(x, y) = c_1 |x - y|^{2-n}$ и критерий достаточности (6) примет вид критерия Винера [1]—[2]

$$\sum_{m=1}^{\infty} 4^{m(n-2)} \cdot \gamma_m = \infty$$

Следствие 2. Если $\varphi(r) = 1$, то критерий (7) примет вид [4]

$$\sum_{m=1}^{\infty} 4^{m(n-2)} \exp \left\{ c \int_{2^{-m}}^1 \frac{\omega(\tau)}{\tau} d\tau \right\} \cdot \gamma_m = \infty$$

Дадим определение и достаточное условие равномерной регулярности граничной точки относительно класса операторов.

Определение 3. Пусть в ограниченной области $D \subset R_n$ определен класс Π эллиптических операторов вида L , коэффициенты кото-

рых удовлетворяют условиям (1)—(4). Точка $x^0 \in \partial D$ называется равномерно регулярной относительно этого класса, если существует неотрицательная функция $\Omega(r)$, $\Omega(r) \rightarrow 0$ при $r \rightarrow 0$ со свойством: для любого $\varepsilon > 0$ найдется $\delta > 0$ такое, что каковы бы ни были оператор $L \in \Pi$, подобласть $D' \subset D$ и субрешение $u(x) \leq 1$ уравнения $Lu = 0$ в D , из $u|_{\partial D' \cap \Omega_\delta^0} \leq 0$ следует, что

$$u|_{D' \cap \Omega_\delta^0} < \Omega(|x - x^0|).$$

Теорема 2. Пусть в области $D \subset R_n$ дан определенный выше класс операторов Π . Для того, чтобы точка $x^0 \in \partial D$ была равномерно регулярной относительно этого класса, достаточно, чтобы выполнялось условие (7).

При этом в качестве $\Omega(r)$ (модуля непрерывности) можно взять функцию

$$\Omega(|x - x^0|) < \exp \left\{ -N \cdot \sum_{m=1}^{\left[\frac{\ln \frac{1}{|x - x^0|}}{\ln 2} \right]} 4^{m(n-2)} \cdot \exp \left\{ c \int_{2^{-m}}^1 \left(\frac{\omega(\tau)}{\tau} + \frac{1}{\varphi(\tau)} \right) d\tau \right\} \cdot \gamma_m \right\},$$

где N — константа, зависящая только от коэффициентов и размерности пространства n .

Доказательство. Пусть имеются окрестность σ точки $x^0 \in \partial D$, подобласть $D' \subset D$ с границей Γ' , субрешение $F(x) \leq 1$ оператора L , непрерывное в D' и неположительное на $\sigma \cap \Gamma'$. Пусть в точке x' решение $F(x') > 0$ и $|x' - x^0| < \delta$, где $\delta > 0$. Обозначим через m_0 такое наименьшее натуральное число, что слой

$$\Omega^{x^0} \left((1-\frac{q}{2}) \cdot 2^{-m_0}, (1+\frac{q}{2}) \cdot 2^{-m_0} \right) \subset \sigma.$$

Пусть число $m > m_0$ таково, что

$$|x' - x^0| < 2^{-m} \text{ или } m < \left[\ln \frac{1}{|x' - x^0|} \right].$$

Тогда, проведя рассуждения и выкладки, аналогичные таковым при доказательстве теоремы 1, мы получим

$$\sum_{i=m_0+1}^m \ln \left[1 + \eta \exp \left\{ c \int_{2^{-i}}^1 \left(\frac{\omega(\tau)}{\tau} + \frac{1}{\varphi(\tau)} \right) d\tau \right\} \cdot \frac{\gamma_i}{4^{-i(n-2)}} \right] < \ln \frac{1}{P(x')}.$$

Так как

$$\ln \left[1 + \eta \cdot \exp \left\{ c \int_{2^{-i}}^1 \left(\frac{\omega(\tau)}{\tau} + \frac{1}{\varphi(\tau)} \right) d\tau \right\} \cdot \frac{\gamma_i}{4^{-i(n-2)}} \right] \geq N \cdot \exp \left\{ c \int_{2^{-i}}^1 \left(\frac{\omega(\tau)}{\tau} + \frac{1}{\varphi(\tau)} \right) d\tau \right\} \cdot \frac{\gamma_i}{4^{-i(n-2)}}$$

где N — константа, зависящая от коэффициентов и размерности, то

$$F(x') < \exp \left\{ -N \cdot \sum_{i=1}^{\left[\frac{\ln \frac{1}{|x' - x^0|}}{\ln 2} \right]} 4^{i(n-2)} \cdot \exp \left\{ c \int_{2^{-i}}^1 \left(\frac{\omega(\tau)}{\tau} + \frac{1}{\varphi(\tau)} \right) d\tau \right\} \cdot \gamma_i \right\}$$

$$\left[\frac{1}{\varphi(\tau)} d\tau \right] \cdot \gamma_1$$

Заметим, что оценка модуля непрерывности решений дивергентных уравнений в регулярной граничной точке была получена В. Г. Мазьей [6], а в случае недивергентных уравнений — А. А. Новрузовым [7]. В заключение автор выражает глубокую признательность профессору А. А. Новрузову за постоянное внимание к работе.

Литература

1. Wiener N. Jour. Math. Phys., 3, 1924.
2. Новрузов А. А. Докт. дисс. Баку, 1973.
3. Ибрагимов А. И. ДАН СССР, т. 250, № 1, 1980.
4. Новрузов А. А. Мамедов И. Т. ДАН СССР, т. 253, № 6, 1980.
5. Ландис Е. М. Уравнения второго порядка эллиптического и параболического типов. Наука, М., 1971.
6. Мазья В. Г. Проблемы математического анализа. Изд. ЛГУ, 1966.
7. Новрузов А. А. Математические заметки, т. 12, № 1, 1972.

АЗИНЕФТЕХИМ

Поступило 29. VI 1981

Ж. А. Әбілов

ЧЫРЛАШАН 2-ЧИ ТӨРТИБ ЕЛЛЕПТИК ТЭНЛИКЛЭР ҺЭЛЛИНИИ ХАССӘЛЭРИ НАГГЫНДА

Мәғаләмә областин сәрһәддиндә чырлашан 2-чи төртиб еллептик тәнликләрнин һәлли тәдғиг едилмишидир. Дрихле мәсәләсинә нәзәрән сәрһәд нөггәләрнин регуларлыг критериясы верилмишидир.

Үн. А. Әбілов

ON THE BOUNDARY BEHAVIOUR OF SOLUTIONS OF THE DIRICHLET PROBLEM FOR THE SECOND ORDER DEGENERATIVE ELLIPTIC EQUATIONS

The article deals with some boundary properties of solutions of the second order degenerative elliptic equations. The criterion of a boundary point to be regular is obtained. The estimate for module of continuity of solutions near the boundary is given.

М. Б. РАГИМОВ

СПЕКТРАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОПЕРАТОРНОЗНАЧНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ С КОММУТИРУЮЩЕЙ ОБЛАСТЬЮ ЗНАЧЕНИЙ

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

Известна роль спектральной теории линейных операторов в качественной теории обыкновенных дифференциальных уравнений в банаховом пространстве [1]. Подобного прогресса в теории многомерных дифференциальных уравнений не было ввиду отсутствия спектральной теории линейных отображений вида $A: E \rightarrow L(F)$, где E — вещественное, F — комплексное банахово пространство, а $L(F)$ — банахово пространство линейных непрерывных операторов, действующих в F , причем значения операторов Ah , $\forall h \in E$ коммутируют между собой. Интерес к изучению спектральной теории таких отображений объясняется также потребностями физики [2].

При исследовании отображений вида $A: E \rightarrow L(F)$ и [особенно случая, когда Ah — неограниченные операторы, естественным образом возникает необходимость создания спектральной теории несколько более общего вида отображений, которые содержат отображения $A: E \rightarrow L(F)$ в качестве частного случая.

Эта работа посвящена спектральной теории операторнозначных отображений с коммутирующей областью значений, и результаты являются принципиально новыми.

Пусть K — топологическое пространство и X — комплексное банахово пространство. Через $T(K, L(X))$ обозначим совокупность сильно непрерывных отображений $\varphi: K \rightarrow L(X)$ топологического пространства K в банахову алгебру $L(X)$ — непрерывных линейных операторов банахова пространства X . Предполагается, что

$$\varphi(t)\varphi(s) = \varphi(s)\varphi(t) \quad \forall \varphi \in T(K, L(X)) \quad \forall t, s \in K.$$

Символом $L(X, Y)$ обычно обозначим банахово пространство линейных операторов из банахова пространства X в банахово пространство Y , полагая, что $L(X) = L(X, X)$ для $X = Y$. C^n — n -мерное комплексное линейное пространство.

В зависимости от рассматриваемой задачи полезным бывает то или иное определение спектра отображений из $T(K, L(X))$.

Сначала напомним определение спектра Ж. Тейлора [3].

Пусть $T = (T_1, \dots, T_n)$ — конечный набор линейных операторов из алгебры $L(X)$.

Пусть $\Lambda^p(\sigma, X)$ — пространство внешних форм с конечным базисом $\sigma = (s_1, \dots, s_n)$ и с коэффициентами в X . По определению считается

$\Lambda^0(\sigma, X) = \Lambda^n(\sigma, X) = X$. Для каждого вектора $z = (z_1^0, \dots, z_n^0) \in C^n$ рассмотрим точную последовательность

$$F(X; T) \rightarrow X = \Lambda^0(\sigma, X) \xrightarrow{\alpha_1 - z_0} \Lambda^1(\sigma, X) \xrightarrow{\alpha_1 - z_0} \dots \xrightarrow{\alpha_{n-1} - z_0} \Lambda^n(\sigma, X) = X \rightarrow 0,$$

где кограничный оператор $\alpha_1 - z_0: \Lambda^1(\sigma, X) \rightarrow \Lambda^{i+1}(\sigma, X)$ определяется на каждом элементе $\varphi \in \Lambda^1(\sigma, X)$ формулой

$$(\alpha_1 - z_0)\varphi = \left(\sum_{i=1}^n (z_i^0 - T_i) s_i \Delta \varphi \right).$$

Вектор $-z \in C^n$ отнесем к резольвентному множеству $\rho(T)$ набора T , если комплекс $F(X; T)$ точен, т.е. группы когомологий

$$H^p(X; T) = \ker(\alpha_p - z_0) / \text{Im}(\alpha_{p-1} - z_0) = \{0\}.$$

Множество $\sigma(T) = C^n \setminus \rho(T)$ называется спектром Тейлора коммутирующего набора $T = (T_1, \dots, T_n)$.

Через K' обозначим пространство комплексных функционалов, определенных на топологическом пространстве K .

Перейдем к различным определениям спектра отображений из $T(K, L(X))$ [4], [5].

Определение 1. Спектром $\sigma(A)$ отображения $A \in T(K, L(X))$ назовем совокупность функционалов $\lambda: K \rightarrow C$ (C —поле комплексных чисел) таких, что для любого конечного набора $(t_1, \dots, t_n) \subset K$ вектор $(\lambda(t_1), \dots, \lambda(t_n)) \in C^n = C \times \dots \times C$ принадлежит спектру Тейлора набора $(A(t_1), \dots, A(t_n))$.

Для произвольного комплексного функционала $\lambda: K \rightarrow C$ через $D(\lambda)$ обозначим многообразие

$$D(\lambda) = \{f \in L(K; X); (\lambda(h) - A(h))f(k) = (\lambda(k) - A(k))f(h)\},$$

$$\forall h, k \in K$$

где $L(K, X)$ —банахово пространство линейных операторов, действующих из K в X , в предположении, что K —банахово пространство.

Для оператора $A \in T(K, L(X))$ и функционала $\lambda: K \rightarrow C$ определим оператор $S_\lambda: X \rightarrow D(\lambda)$ формулой

$$S_\lambda(y)h = (\lambda(h) - A(h))y \quad \forall h \in K, y \in X.$$

Ясно, что $S_\lambda X \subset D(\lambda)$.

Определение 2. Пусть K —конечномерное вещественное пространство. Функционал $\lambda: K \rightarrow C$ назовем регулярным для $A \in T(K, L(X))$, если S_λ есть линейный гомеоморфизм X на $D(\lambda)$.

Совокупность всех регулярных функционалов обозначим $\rho_1(A)$ (регулярное множество). Дополнение к множеству регулярных функционалов назовем спектром отображения A и обозначим через $\sigma_1(A)$.

Расширим определение 2 на случай, когда K —произвольное топологическое пространство. Пусть теперь K —произвольное топологическое пространство.

Определение 3. Спектром $\sigma_1(A)$ отображения $A \in T(K, L(X))$ назовем совокупность функционалов $\lambda: K \rightarrow C$ таких, что для любого набора $(t_1, \dots, t_n) \subset K$ спектр $\sigma_1(\bar{A})$ оператора $\bar{A} \in T(R^n, L(X))$, определенного формулой

$$\bar{A}(h) = \sum_{i=1}^n h_i A(t_i), \quad h = (h_1, \dots, h_n) \in R^n,$$

содержит функционал

$$\bar{\lambda}(h) = \sum_{i=1}^n h_i \lambda(t_i).$$

Следующее определение использует определение спектра из статьи [6] непрерывного представления топологической абелевой группы операторами из банахова пространства.

Определение 4. Пусть $A \in T(K, L(X))$, где K —сепарабельное топологическое пространство. Через $\sigma_2(A)$ обозначим множество тех функционалов $\lambda: K \rightarrow C$, для которых существует нормированная последовательность $(X_n) \subset X$ (т.е. $\|X_n\| = 1 \quad \forall n \geq 1$) такая, что $\lim (A(t)X_n - \lambda(t)X_n) = 0$ для любого фиксированного $t \in K$.

Понятно, что это определение служит обобщением понятия граничного спектра ограниченного оператора A . Ясно, что условие сепарабельности, вообще говоря, излишне, но в случае несепарабельного пространства K придется вместо последовательностей в определении 4 использовать обобщенные последовательности элементов из X .

Пусть $A \in T(K, L(X))$ и пусть B —наименьшая (замкнутая) под-алгебра из алгебры $L(X)$, содержащая все операторы $A(t), t \in K$. Через $D(B)$ обозначим пространство максимальных идеалов этой алгебры.

Определение 5. Через $\sigma_3(A)$ обозначим множество функционалов $\lambda: K \rightarrow C$ вида $\lambda(t) = \lambda_M(t) = A(t)M: K \rightarrow C$, где M пробегает пространство $D(B)$.

Связь между приведенными определениями спектра прослеживается в следующих теоремах.

Теорема 1. Для любого отображения $A \in T(K, L(X))$ имеют место включения

$$\sigma_2(A) \subset \sigma_1(A) \subset \sigma(A) \subset \sigma_3(A)$$

Кроме того, множество $\sigma(A)$ совпадает с дополнением к множеству тех функционалов $\lambda: K \rightarrow C$, для которых существует такой конечный набор $(t_1, \dots, t_n) \subset K$, что группы когомологий нулевые, т.е.

$$H^0(\alpha - z, X) = H^1(\alpha - z, X) = \{0\},$$

где $z = (\lambda(t_1), \dots, \lambda(t_n))$ и обозначения берутся из определения 2 спектра $\sigma(A)$.

Приведен пример, показывающий, что включения могут быть строгими.

Приведем один критерий совпадения всех спектров для одного специального подмножества отображений из $T(K, L(X))$.

Теорема 2. Пусть отображение $A \in T(K, L(X))$ обладает свойством: каждый оператор $A(t), t \in K$ представим в виде $\alpha(t)I + B(t)$, где $\alpha \in K'$, $B(t), t \in K$ —вполне непрерывный оператор. Тогда $\sigma(A) = \sigma_i(A) \quad i = 1, 2, 3$.

Теперь приведем несколько утверждений о свойствах спектров.

Теорема 3. Спектр $\sigma(A)$ ненулевого отображения $A \in T(K, L(X))$ непуст и для любого элемента $t \in K$ спектр $\sigma(A(t))$ оператора $A(t)$ совпадает с множеством $\{\lambda(t)\}_{\lambda \in \sigma(A)}$.

Теорема 4. Имеют место следующие утверждения:

1) если K —топологическая абелева полугруппа и $A \in T(K, L(X))$ удовлетворяет условию $A(t_1 + t_2) = A(t_1)A(t_2) \quad \forall t_1, t_2 \in K$,

то $\alpha(A)$ и $\alpha_1(A)$ $i=1, 2, 3$, состоит из функционалов $\lambda: K \rightarrow C$, удовлетворяющих условию $\lambda(t_1 + t_2) = \lambda(t_1) + \lambda(t_2)$

2) если K — вещественное банахово пространство и $A \in T(K, L, X)$ удовлетворяет условию $A(\alpha_1 t_1 + \alpha_2 t_2) = \alpha_1 A(t_1) + \alpha_2 A(t_2)$ $\forall \alpha_1, \alpha_2 \in R, \forall t_1, t_2 \in K$, то любой функционал $\lambda: K \rightarrow C$, принадлежащий $\alpha(A)$ или $\alpha_1(A)$ $i=1, 2, 3$ линейный

3) если $A \in T(K, L, X)$ непрерывно в равномерной операторной топологии, то $\alpha_1(A) = \alpha_2(A)$, т. е. все функционалы из спектра непрерывны ($\alpha_1(A)$ — совокупность непрерывных функционалов на $\alpha_1(A)$ $i=1, 2, 3$), т. е. $\alpha_1(A) = \alpha_2(A) \cap K_{01}$

4) спектры $\alpha(A)$ и $\alpha_1(A)$ $i=1, 2, 3$ — компактные подмножества на $D(K)$.

В заключение автор выражает искреннюю благодарность профессорам Дж. Ф. Алякирдинову и Ю. М. Вераанскому за ценные советы при обсуждении этой работы.

Литература

1. Делякин Ю. П., Крайи М. Ф. Устойчивость решений дифференциальных уравнений в банаховом пространстве. Наука, М., 1970.
2. Керманский В. М. Самопроецируемые операторы в пространствах функций бесконечного числа переменных. Наука, Ленинград, 1970.
3. Тугуев Э. Г. Труды Института АН Азерб. ССР, сер. физ.-мат. науки, № 6, 1970, 99—106.
4. Радичевич М. В. Труды Института АН и ССР Азерб. ССР, сер. физ.-мат. науки, № 6, 1970, 99—106.
5. Радичевич М. В. ИАН Азерб. ССР, т. XXXV, № 3, 1970, 9—19.
6. Радичевич М. В. ДАН СССР, т. 200, 4, 1971, 777—779.

Адрес: Университет им. В. М. Кирова

Поступил в П 1980

М. В. Радичевич

ОПЕРАТОРНОМНОЖИТЕЛЬ КОММУТАТИВНОЙ ДЛИННОЙ ОБЛАСТИ ОПЕРАТОРНЫЙ СПЕКТРАЛЬ ПОДХОД

Аннотация: В работе изучены свойства спектра операторов с коммутативными значениями, в частности, спектральный подход к операторному спектру. Приведены некоторые свойства спектра операторов с коммутативными значениями. Приведены некоторые свойства спектра операторов с коммутативными значениями.

М. В. Radjiev

THE SPECTRAL THEORY OF THE OPERATOR-VALUED MAPPINGS WITH COMMUTATIVE RANGES

This paper deals with the spectral theory of the operator-valued mappings with commutative ranges. Some new spectral definitions have been made, their properties have been established. Some properties of the spectrum were studied. The results obtained in the course of research proved to be new.

УДК 510.46

МАТЕМАТИКА

Р. В. Фейзуллаев, В. А. Вагаев

О ТЕРНАРНЫХ АЛГЕБРАХ ГОМОМОРФИЗМОВ КВАЗИПОРЯДОЧНЫХ МНОЖЕСТВ

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

Введение

Заметка посвящена вопросу определенности пар квазиорядков^{*} полуугрудами гомоморфизмов. Этот вопрос впервые рассматривался автором в [2], где показана определенность произвольной пары несимметричных квазиорядков (т. е. квазиорядков $A = \langle A, \rho \rangle$, где ρ не является эквивалентностью на A) полуугрудами всех пар гомоморфизмов этих квазиорядков друг в друга. Однако попытки нахождения всех их подполуугрудов, также характеризующих некоторую пару квазиорядков, до сих пор не проводились.

Морбинарной моделью (т. е. моделью типа $\langle \mathcal{M} \rangle$ или сокращенно $\langle \mathcal{M} \rangle$ — моделью) назовем непустое множество с одним бинарным отношением, в классе всех неоднородных рефлексивных $\langle \mathcal{M} \rangle$ -моделей обозначим через K . Для устранения тривиальных ситуаций рассмотрим далее $\langle \mathcal{M} \rangle$ -модели предположившие рефлексивными неоднородными; поэтому, говоря о каком-либо классе $\langle \mathcal{M} \rangle$ -моделей K , мы подразумеваем под K его пересечение с R . Через Q обозначим класс всех (по соглашению — неоднородных) квазиорядков, через Q^* — подкласс несимметричных квазиорядков и через Q_0 — подкласс квазиорядков $\langle A, \rho \rangle$ с ρ -наибольшим элементом (элемент $\rho \in A$ назовем ρ -наибольшим и $\langle A, \rho \rangle \in Q_0$, если $(\forall x \in A) \langle x, \rho \rangle \in \rho$) в силу принятого соглашения $Q_0 \in Q^*$ (однако без этого соглашения включение было бы неверным; неоднородный квазиорядок принадлежит Q_0 , но не принадлежит Q^*).

Теорема 1 настоящей заметки, в частности, устанавливает, что произвольная пара несимметричных квазиорядков определяется в классе K любой из (приведенных в заметке) K -достаточных полуугрудов. На примере продемонстрировано, что пара квазиорядков, хотя бы один из которых симметричен, уже не обладает указанным свойством. Случай пар произвольных квазиорядков в дальнейшем сводится к случаю пар несимметричных квазиорядков посредством расширения к исходным квазиорядкам внешне присоединенных «наибольших» элементов и рассмотрения так называемых Q_0 -достаточных полуугрудов пар гомоморфизмов этих расширенных (и уже несимметричных) A_1 (см. теорему 2). Кроме того, в Q^* для каждого порядкового числа

* Здесь и ниже далее вместо «квазиупорядоченное множество» мы для краткости пишем «квазиорядок».

$\alpha > 1$ выделяется подкласс $[a](Q_\alpha)$, в котором справедлива теорема об определённости (теорема 3) некоторыми новыми по сравнению с теоремой 1 полугрудами пар гомоморфизмов исходных квази порядков.

1. Необходимые понятия и обозначения. Алгебраические системы обозначаем жирными латинскими буквами, а их носители — соответствующими нежирными; для однотипных систем A, B запись $A \leq B$ означает, что A является подсистемой в B .

Полугрудой [4] называется алгебра с одной тернарной операцией $[x y z]$, удовлетворяющая тождествам

$$[[x y z] t u] = [x [t z y] u] = [x y [z t u]].$$

Пусть $A_1 = \langle A_1; \rho_1 \rangle$ и $A_2 = \langle A_2; \rho_2 \rangle$ — некоторые $\langle 2 \rangle$ -модели. Через $H(A_1, A_2)$ обозначим множество всех гомоморфизмов $\varphi: A_1 \rightarrow A_2$. Множество $H(A_1, A_2) = H(A_1, A_2) \times H(A_2, A_1)$ относительно операции

$$[\langle \varphi_1, \psi_1 \rangle \langle \varphi_2, \psi_2 \rangle \langle \varphi_3, \psi_3 \rangle] \stackrel{\text{def}}{=} \langle \varphi_3 \cdot \psi_2 \cdot \varphi_1, \psi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \psi_3 \rangle$$

превращается в полугруду $H(A_1, A_2)$.

Скажем, что эпиморфизм $\pi: T \rightarrow T'$, где T — подполугруда $H(A_1, A_2)$ и T' — подполугруда в $H(A_1, A_2)$, индуцируется парой $\langle f_1, f_2 \rangle$ сюръекций $f_i: A_i \rightarrow A_i (i=1,2)$, если для любых $\langle \varphi, \psi \rangle \in T$ $\langle \varphi', \psi' \rangle \in T'$ справедливо

$$\pi(\langle \varphi, \psi \rangle) = \langle \varphi', \psi' \rangle \leftrightarrow (\varphi' \cdot f_1 = f_2 \cdot \varphi \wedge \psi' \cdot f_2 = f_1 \cdot \psi).$$

Напомним, что $\varphi: A_1 \rightarrow A_2$ называется сильным гомоморфизмом (в смысле „strong homomorphism“ [3, стр. 81]) из A_1 в A_2 , если

$$(\forall a_1, b_1 \in A_1) (\langle a_1, b_1 \rangle \in \rho_1 \leftrightarrow \langle \varphi(a_1), \varphi(b_1) \rangle \in \rho_2);$$

если же выполняется

$$(\forall a_1, b_1 \in A_1) (\langle a_1, b_1 \rangle \in \rho_1 \leftrightarrow \langle \varphi(b_1), \varphi(a_1) \rangle \in \rho_2),$$

то назовем φ сильным антигомоморфизмом A_1 в A_2 .

Отметим, что используемое в заметке понятие сильного гомоморфизма отлично от одноименного понятия в смысле [1, стр. 62] (последнему в терминологии [3] соответствует „full epimorphism“). Замена „гомо“ на „эпи“, как обычно, означает добавление условия сюръективности.

Введём ещё несколько обозначений и понятий. Через A_λ обозначим диагональ квадрата $A \times A$, через $eq(\rho)$ — эквивалентное замыкание бинарного отношения ρ , через $\rho_1 M$ и $\rho_2 M$ — соответственно первую и вторую проекцию множества $M \subseteq X \times Y$. Для $M \subseteq H(A_1, A_2)$, $F \subseteq \rho_1 H(A_1, A_2)$, $\langle a_i, b_i \rangle \in A_i \times A_i (i=1,2)$ и кардинальных чисел ν_1, ν_2 положим:

$$F(\langle a_i, b_i \rangle) = \{ \langle a_i, b_i \rangle \in A_i \times A_i; (\exists \gamma \in F) (\gamma(a_i) = a_i \wedge \gamma(b_i) = b_i), 1 \leq i \leq 2 \}$$

$$M_{(\nu_1, \nu_2)} = \{ \langle \varphi, \psi \rangle \in M: |\varphi(A_1)| = \nu_1 \wedge |\psi(A_2)| = \nu_2 \},$$

$$M_{(\leq \nu_1, \leq \nu_2)} = \{ \langle \varphi, \psi \rangle \in M: |\varphi(A_1)| \leq \nu_1 \wedge |\psi(A_2)| \leq \nu_2 \}.$$

При $A_1, A_2 \in R$ назовём подполугруду D полугруды $H = H(A_1, A_2)$ R -достаточной, если $D \subseteq H$, и для любых $\langle a_i, b_i \rangle \in A_i \times A_i (i=1,2)$ верно включение $(\rho_1 H) \cap F(\langle a_i, b_i \rangle) \subseteq (\rho_1 D) \cap F(\langle a_i, b_i \rangle); i=1,2$.

При $\langle A; \rho \rangle \in Q$ назовём элемент $a \in M \subseteq A$ ρ -наибольшим в M , если $(\forall x \in M) \langle x, a \rangle \in \rho$. Гомоморфизм $\varphi: A_1 \rightarrow A_2$ (где $A_i = \langle A_i; \rho_i \rangle \in Q; i=1,2$) назовём ограниченным сверху, если полный прообраз любого $a_2 \in \varphi(A_2)$ обладает ρ_1 -наибольшим в $\varphi^{-1}(a_2)$ элементом. Для $E_i = \langle E_i; \rho_i \rangle \in Q$, обладающего ρ_i -наибольшим элементом $u_i (i=1,2)$, назовём гомоморфизм $\varphi: E_1 \rightarrow E_2$ u -гомоморфизмом, если $\varphi(u_1) = u_2$.

Рассмотрев для $A = \langle A; \rho \rangle \in Q$ символ $u_A \in A$ и положив $\tilde{A} = AU(u_A, \rho = \rho U(\tilde{A} \times \{u_A\}))$, получим $\tilde{A} = \langle \tilde{A}; \tilde{\rho} \rangle \in Q_\alpha \subseteq Q^*$, обладающее $\tilde{\rho}$ -наибольшим элементом u_A . Через $B(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2)$ обозначим множество всех ограниченных сверху u -гомоморфизмов $\varphi: \tilde{A}_1 \rightarrow \tilde{A}_2$ с условием $|\varphi(\tilde{A}_1)| \leq 2$. Очевидно, константные отображения $\epsilon_{12}, \epsilon_{21}$ (задаваемые соответственно условиями $\epsilon_{12}(\tilde{A}_1) = \{u_{A_1}\}$ и $\epsilon_{21}(\tilde{A}_2) = \{u_{A_2}\}$) принадлежат соответственно $B(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2)$ и $B(\tilde{A}_2, \tilde{A}_1)$, а множество $B_* \langle \tilde{A}_1, \tilde{A}_2 \rangle = (B(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2) \times \{\epsilon_{21}\}) \cup (\{\epsilon_{12}\} \times B(\tilde{A}_2, \tilde{A}_1))$ образует подполугруду $B_* \langle \tilde{A}_1, \tilde{A}_2 \rangle$ в $H \langle \tilde{A}_1, \tilde{A}_2 \rangle$.

Подполугруду D полугруды $H \langle \tilde{A}_1, \tilde{A}_2 \rangle$ назовём Q -достаточной, если компоненты всех пар $\langle \varphi, \psi \rangle \in D$ являются u -гомоморфизмами и $D_{(1,1)} = B(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2) \times \{\epsilon_{21}\}$, $D_{(1,2)} = \{\epsilon_{12}\} \times B(\tilde{A}_2, \tilde{A}_1)$.

Пусть $\alpha > 1$ — порядковое число, $A_\lambda = \langle A_\lambda; \rho_\lambda \rangle \in Q (\lambda < \alpha)$ и $A_\lambda \cap A_{\lambda'} = \emptyset$ при $\lambda \neq \lambda' (\lambda, \lambda' < \alpha)$. Обозначим через $\bigsqcup_{\lambda < \alpha} A_\lambda$ и назовём дизъюнктивной α -суммой квази порядков $A_\lambda (\lambda < \alpha) \langle 2 \rangle$ -модель

$\langle \bigsqcup_{\lambda < \alpha} A_\lambda; \rho \rangle$, где для $x, y \in \bigsqcup_{\lambda < \alpha} A_\lambda \langle x, y \rangle \in \rho \leftrightarrow (\exists \lambda < \alpha) (x, y \in A_\lambda \wedge \langle x, y \rangle \in \rho_\lambda)$. Очевидно, $\bigsqcup_{\lambda < \alpha} A_\lambda \in Q$. Для $K \subseteq Q$ положим $|a|(K) = \{ \bigsqcup_{\lambda \in K} A_\lambda: A_\lambda \in K (\lambda < \alpha) \}$; в частности, можно рассмотреть $[a](Q_\alpha)$.

Пусть $A_i = \bigsqcup_{\lambda < \alpha} A_\lambda^{(i)}$, где $A_\lambda^{(i)} = \langle A_\lambda^{(i)}; \rho_\lambda^{(i)} \rangle \in Q_\alpha$, $u_\lambda^{(i)}$ является $\rho_\lambda^{(i)}$ -наибольшим в $A_\lambda^{(i)}$ элементом ($i=1,2$) и τ -фиксированная подстановка на множестве $W(\alpha)$ всех порядковых чисел $\beta < \alpha$. Через $B_i(A_1, A_2)$ (соответственно $B_i(A_2, A_1)$) обозначим множество всех ограниченных сверху гомоморфизмов $\varphi: A_1 \rightarrow A_2$ (соотв. $\psi: A_2 \rightarrow A_1$), удовлетворяющих условиям $\varphi(u_\lambda^{(1)}) = u_\lambda^{(2)}$ ($\lambda < \alpha$), $|\varphi(A_1) \setminus \{u_\lambda^{(2)}: \lambda < \alpha\}| \leq 1$ (соотв. условиям $\psi(u_\lambda^{(2)}) = u_\lambda^{(1)}$ ($\lambda < \alpha$), $|\psi(A_2) \setminus \{u_\lambda^{(1)}: \lambda < \alpha\}| \leq 1$), а через $\epsilon_{12}^{(i)}$ (соотв. $\epsilon_{21}^{(i)}$) — гомоморфизм из $B_i(A_1, A_2)$ (соотв. из $B_i(A_2, A_1)$) с областью значений $\{u_\lambda^{(2)}: \lambda < \alpha\}$ (соотв. $\{u_\lambda^{(1)}: \lambda < \alpha\}$); здесь области значений однозначно задают эти гомоморфизмы. Очевидно, множество $B_i \langle A_1, A_2 \rangle = (B_i(A_1, A_2) \times \{\epsilon_{21}^{(i)}\}) \cup (\{\epsilon_{12}^{(i)}\} \times B_i(A_2, A_1))$ образует подполугруду в $H \langle A_1, A_2 \rangle$.

Подполугруду $D \subseteq H \langle A_1, A_2 \rangle$ назовём $[a](Q_\alpha)$ -достаточной, если $B_i \langle A_1, A_2 \rangle$ содержится в D в качестве минимального идеала.

Наконец, через E обозначим класс $\langle 2 \rangle$ -моделей $A = \langle A; \rho \rangle$, где ρ является эквивалентностью на A .

2. Теоремы об определённости

Теорема 1. Пусть $\langle A_1 = A_1, \rho_1 \rangle \in Q^*$ и $A'_i = \langle A'_i; \rho'_i \rangle \in R (i=1,2)$, подполугруды $D \subseteq H \langle A_1, A_2 \rangle$ и $D' \subseteq H \langle A'_1, A'_2 \rangle$

и $D' \subseteq H \langle A'_1, A'_2 \rangle$ и $D' \subseteq H \langle A'_1, A'_2 \rangle$ и $D' \subseteq H \langle A'_1, A'_2 \rangle$

и $D' \subseteq H \langle A'_1, A'_2 \rangle$ и $D' \subseteq H \langle A'_1, A'_2 \rangle$

и $D' \subseteq H \langle A'_1, A'_2 \rangle$ и $D' \subseteq H \langle A'_1, A'_2 \rangle$

и $D' \subseteq H \langle A'_1, A'_2 \rangle$ и $D' \subseteq H \langle A'_1, A'_2 \rangle$

и $D' \subseteq H \langle A'_1, A'_2 \rangle$ и $D' \subseteq H \langle A'_1, A'_2 \rangle$

являются R -достаточными, и $\pi: D \rightarrow D'$ — эпиморфизм. Тогда имеет место одна из следующих возможностей:

1) либо $\rho_1 = \Delta_{A_1}$, либо $\rho_1 = A_1 \times A_1' (i=1,2)$; при этом π индуцируется однозначно определенной парой $\langle f_1, f_2 \rangle$ эпиморфизмов

$f_1: A_1 \rightarrow A_1'$ с условием $\ker f_1 = \text{eq}(\rho_1) (i=1,2)$;

2) π индуцируется либо однозначно определенной парой $\langle f_1, f_2 \rangle$ сильных эпиморфизмов $f_1: A_1 \rightarrow A_1'$, либо однозначно определенной парой $\langle f_1, f_2 \rangle$ сильных антиэпиморфизмов $f_1: A_1 \rightarrow A_1'$.

Следствие. В условиях теоремы 1 верно: если π является изоморфизмом D на D' и $A_1, A_2 \in Q^*$, то случай 1) невозможен, имеет место случай 2) и f_1, f_2 являются либо изоморфизмами, либо антиизоморфизмами.

Приведем пример, показывающий, что пара $\langle A_1, A_2 \rangle$ квазипорядков, хотя бы один из которых симметричен, уже не обязана определяться в классе R полугрудой $H \langle A_1, A_2 \rangle$.

Пример. Пусть $A = \{a, b\}$, $\rho_1 = \rho_2 = A \times A$, $\rho_2 = \Delta_A \cup \{\langle a, b \rangle\}$, $\rho_2 = \Delta_A$. Тогда, очевидно, $A_1 = \langle A; \rho_1 \rangle$, $A_2 = \langle A; \rho_2 \rangle \in Q$; $A_1 = \langle A; \rho_1 \rangle$, $A_2 = \langle A; \rho_2 \rangle \in R$ и $H \langle A_1, A_2 \rangle = H \langle A_1', A_2' \rangle$, $H \langle A_2, A_1 \rangle = H \langle A_2', A_1' \rangle$, откуда $H \langle A_1, A_2 \rangle = H \langle A_1', A_2' \rangle$. Однако A_2 и A_2' не являются ни изоморфными, ни антиизоморфными.

Лемма. Для $A_i, A_i' \in Q (i=1,2)$ следующие условия эквивалентны:

- полугруды $B_* \langle \bar{A}_1, \bar{A}_2 \rangle$, $B_* \langle \bar{A}_1', \bar{A}_2' \rangle$ изоморфны;
- квазипорядки A_i, A_i' изоморфны или антиизоморфны, причем если один из них не является частичным порядком, то A_i и A_i' изоморфны ($i=1,2$).

Теорема 2. Пусть $A_i = \langle A_i; \rho_i \rangle$, $A_i' = \langle A_i'; \rho_i' \rangle \in Q (i=1,2)$ и полугруды $D \in H \langle \bar{A}_1, \bar{A}_2 \rangle$, $D' \in H \langle \bar{A}_1', \bar{A}_2' \rangle$ являются Q -достаточными. Если D и D' изоморфны, то A_i и A_i' изоморфны или антиизоморфны, причем если один из квазипорядков A_i, A_i' не является частичным порядком, то A_i и A_i' изоморфны ($i=1,2$).

Теорема 3. Пусть $A_i, A_i' \in [a](Q_u) (a \geq 1; i=1,2)$ и подполугруды $D \in H \langle A_1, A_2 \rangle$, $D' \in H \langle A_1', A_2' \rangle$ являются $[a](Q_u)$ -достаточными. Тогда следующие условия эквивалентны:

- полугруды D и D' изоморфны;
- или изоморфны квазипорядки A_i и A_i' , или антиизоморфны квазипорядки \bar{A}_i и \bar{A}_i' , где $\bar{A}_i = \langle \bar{A}_i; \rho_i | \bar{A}_i \rangle$, $\bar{A}_i' = \langle \bar{A}_i'; \rho_i' | \bar{A}_i' \rangle$, $\bar{A}_i = A_i \setminus \{u_\lambda^{(1)} : \lambda < a\}$, $\bar{A}_i' = A_i' \setminus \{u_\lambda^{(1)} : \lambda < a\} (i=1,2)$.

Литература

- Мальцев А. И. Алгебраические системы. "Наука", М., 1970.
- Фейзуллаев Р. Б. Изв. Н Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук, 1969, № 4.
- Grätzer G. Universal Algebra, Springer-Verlag, New York—Heidelberg—Berlin, 1979.
- Вагнер В. В. Матем. сборник, 32(74), 1953, 545—632.

Институт математики и механики

Поступило 15. I 1982

Р. Б. Фейзуллаев, Е. А. Бабаев

КВАЗИНИЗАМЛАНМЫШ ЧОХЛУГЛАРЫН ГОМОМОРФИЗМЛЭР ЖАРЫМГРУДЛАРЫ ҲАГГЫНДА

Тутар ки, R, Q ва $[a](Q_u)$ — ујғун оларак монобинар моделлар синфи, квазини-зам ва эн бөјүк элементли квазинизамларын дизјункт α -чэмлар синфидир (бурада $\alpha > 1$ — мүәјјән сыра эдәдидир). Јени R, Q — ва $[a](Q_u)$ — кәфи жарымгруд анлајышы тәјин олунуб. Бу анлајышларын көмәји илә квазинизамларын характеризә олунма-сына анд теоремләр исбат едилмишдир.

R. B. Feizullaev, E. A. Babaev

ON TERNARY ALGEBRAS OF HOMOMORPHISMS OF QUASI-ORDERED SETS

Let R (respectively, Q) denote the class of all monobinary models (respectively, quasi-ordered sets) $A = \langle A; \rho \rangle$ with $|A| > 2$, Q_u be the class of all $\langle A; \rho \rangle = A \in Q$ having ρ -greatest element and, for fixed ordinal $\alpha > 1$, $[a](Q_u)$ denote the class of all disjoint α -sums with summands from Q_u . For $A_i, A_i' \in Q$, we introduce the families of R -, Q - and $[a](Q_u)$ -sufficient subsemiheaps in the homomorphism semiheap $H \langle A_i, A_i' \rangle$ of the pair $\langle A_i, A_i' \rangle$ and, using these families, give some theorems on definability of pairs of quasi-ordered sets in corresponding classes.

К. К. МАМЕДОВ, Н. Н. АЛИЕВ, Б. З. ШАЛУМОВ, член-корр.
И. Г. КЕРИМОВ, М. А. АЛДЖАНОВ, М. И. МЕХТИЕВ, Т. А. МАМЕДОВ

ТЕПЛОЕМКОСТЬ НЕКОТОРЫХ СТЕКОЛ НА ОСНОВЕ
ДВУОКИСИ КРЕМНИЯ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Установление характера изменения тепловых свойств простых и сложных стекол в зависимости от состава стеклообразователей, помимо практического значения, имеет также определенный теоретический интерес.

В настоящее время наиболее прогрессивными технологическими методами синтезируется большой класс стеклообразных веществ на основе двуокиси кремния, легированных различными оксидами элементов I—IV групп таблицы Менделеева, которые используются в волоконной оптике и других отраслях.

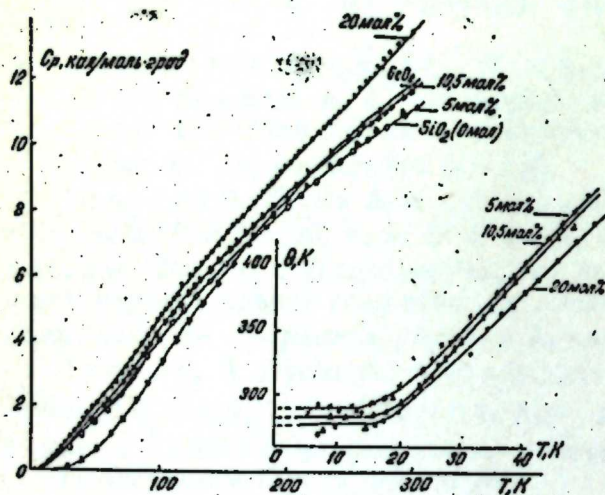


Рис. 1. Кривые теплоемкости чистых двуокисей кремния и германия.

На основе низкотемпературной зависимости теплоемкости, являющейся одним из чувствительных параметров изменения ближнего порядка атомов, можно с большой достоверностью судить о взаимодействии легирующего агента с каркасом основного компонента стекла, о его роли в динамике тепловых колебаний и вычислить важные термодинамические характеристики изученного материала.

В настоящей работе приводятся результаты по исследованию теплоемкости системы SiO₂-GeO₂ в интервале 5 ÷ 300 К.

Образцы составом (1-X) моль % SiO₂+X моль % GeO₂ (X=0,050; 0,105 и 0,200) были получены по методике [1] и заполнены в калориметр в виде порошка.

Теплоемкость образцов измерена на адиабатической калориметрической установке типа КУ—300.

Экспериментально измеренные значения теплоемкости исследованных образцов представлены на рис. 1, где для сравнения приведены также кривые теплоемкости чистых двуокисей кремния [2] и германия [3]. Из рис. 1 видно, что с увеличением концентрации GeO₂,

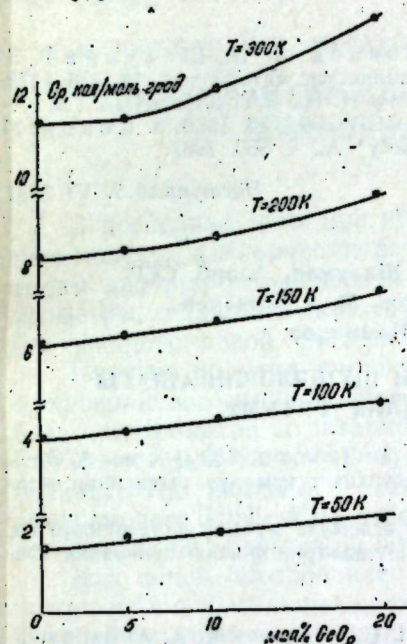


Рис. 2. Изотермы концентрационной зависимости теплоемкости.

теплоемкость увеличивается. Замечено, что общая теплоемкость исследованных стекол резко отличается от аддитивных значений, что свидетельствует о сильном изменении характера тепловых колебаний (по сравнению с исходными компонентами).

Анализ изотерм концентрационной зависимости теплоемкости (рис. 2) показывает, что ответственным за поведение теплоемкости при высоких температурах являются мостиковые связи Si—O—Ge, образующиеся в результате замены атомов кремния атомами германия.

На основе концентрационной зависимости теплоемкости можно сделать вывод о том, что замещение атомов кремния атомами германия, т. е. переход от цепей Si—O—Si к Si—O—Ge, приводит к увеличению гибкости цепей, что обуславливает значительное смягчение фононного спектра при высоких частотах.

Установлено, что ниже 10 ÷ 12 К теплоемкость исследованных стекол подчиняется уравнению:

$$C = 463,5 n_0 \left(\frac{T}{\theta_0} \right)^3 \quad (1)$$

где $\theta_0 = \frac{h \nu_{max}}{k}$ — дебаевская температура при $T \rightarrow 0$ К, равная 290, 283 и 277 К соответственно, для образцов со значениями $X = 0,050$; 0,105 и 0,200; $n_0 = 3$ — число грамматомов, принимаемых за структурную единицу.

Кривые $C_v(T)$, вычисленные на основе экспериментальных значений теплоемкости, показывают (см. рис. 1), что характер зависимости $C_v(T)$ для исследованных стекол выше 10 К не может быть объяснен в рамках изотропной модели Дебая. Такой ход теплоемкости характерен для стеклообразных веществ с цепочечной структурой.

Литература

1. Костина В. М., Жукова Л. А., Кузнецов А. И., Шалумов Б. З., Рябенко Е. А. Изв. АН СССР, серия "Неорганические материалы", 14, 326, 1978.
2. Мамедов К. К., Шалумов Б. З., Алиев Н. Н., Керимов И. Г., Мехтиев М. И., Алджанов М. А. ДАН Азерб. ССР, 36, 36, 1980. З. Counsell G. F. and Martin J. F. J. of the Chemical Society A., 4, 560, 1967.

Институт физики

Поступило 5. VI 1981

Г. Г. Мамедов, Н. Н. Алиев, Б. З. Шалумов, Азерб. ССР
ЕА-нын мухбир узву И. К. Керимов, М. А. Алчанов,
М. И. Мехтиев, Т. А. Мамедов

СИЛИСИУМ 2-ОКСИД ЭСАСЫНДА БЭЗИ ШҮШЭЛЭРИН АШАҒЫ ТЕМПЕРАТУРЛАРДА ИСТИЛИК ТУТУМУ

Мәгаләдә 5,2—300 К температур интервалында (1—X) мол % SiO_2 +X мол % GeO_2 (X=0; 0,050; 0,105; 0,200) шүшәвари маддәләрин истилик тутумунун тәдгигинин нәтичәләри шәрһ едилр.

Истилик тутумунун концентрасија асылылыгы эсасында мүәјјән едилмишдир ки, керманиум 2-оксидин артмасы тәдгиг олунмуш шүшәләрин фонон спектринин кәскин дәјишмәсинә кәтирр.

K. K. Mamedov, N. N. Aliyev, B. Z. Shalunov, I. G. Kerimov, M. A. Aldjanov,
M. I. Mekhtiyev, T. A. Mamedov

HEAT CAPACITY OF SOME SILICA-BASED GLASSES AT THE LOW TEMPERATURES

The paper deals with the results of experimental investigation of heat capacity of glass-like samples (1—X) mol% SiO_2 +X mol% GeO_2 (X=0; 0,050; 0,105; 0,200) in the interval 5—300 K. On the base of concentrated dependence of heat capacity it is established that the increase of GeO_2 concentration leads to the softening of phonon spectrum of investigated glasses.

УДК 539.194

МОЛЕКУЛЯРНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ

Ч. О. КАДЖАР, С. А. МУСАЕВ, член-корр. Э. Ю. САЛАЕВ, А. С. ГАСАНОВА

СПЕКТРОМЕТР ДВОЙНОГО РАДИОЧАСТОТНОГО - МИКРОВОЛНОВОГО РЕЗОНАНСА

В последние годы при исследовании сложных спектров многоатомных молекул в микроволновой спектроскопии все чаще прибегают к методам двойных резонансов в трех и четырехуровневых системах. Спектрометры, созданные для этих целей, значительно расширили возможности микроволновой спектроскопии.

Первым получил широкое распространение спектрометр двойного микроволнового-микроволнового (МВ—МВ) резонанса, построенный на базе спектрометра со штарковской модуляцией [1—3]. Затем появились спектрометры с модуляцией по двойному МВ—МВ резонансу [4—7] и сравнительно недавно — спектрометры двойного радиочастотного-микроволнового (РЧ—МВ) резонанса, в которых РЧ сигнал служит сигналом накачки и подается на штарковский электрод [8—10].

Для целей быстрой идентификации сложных вращательных и вращательно-колебательных спектров молекул, на наш взгляд, наиболее эффективным является спектрометр двойного РЧ—МВ резонанса. Он не требует наличия мощных источников СВЧ излучения с системой фильтров и за счет большой ширины РЧ сигнала не очень требователен к выбору частоты сигнала накачки, что значительно облегчает поиск второго сигнала трехуровневой системы.

На рис. 1 приводится блок-схема спектрометра двойного РЧ—МВ резонанса, выполненного на стандартных и специально разработанных блоках.

СВЧ излучение в диапазоне частот 11,0—30,0 ГГц генерировалось набором ЛОВ (1), которые через блок питания (2) управлялись системой стабилизации частоты и автоматическим устройством поиска и захвата (3) частоты объемного резонатора (4), служащего опорным элементом в системе стабилизации частоты. Резонансная частота объемного резонатора изменялась перемещением поршня при помощи мотора (5), скорость которого регулировалась изменением напряжения питания (6), а положение фиксировалось специальным цифровым устройством (7). Откачка волноводной поглощающей ячейки (8) и запуск в нее исследуемого образца осуществлялись через отверстие в узкой стенке волновода специальной системой запуска и откачки (9).

Волноводная поглощающая ячейка с модуляционным электродом (10) была изготовлена как предлагается в работах [7, 8] и гальванически отделена изоляторами (11) от всей системы. Согласование плоскопараллельной «линии» модуляционного электрода с коаксиальным выходом РЧ генераторов осуществлялось согласующими устройствами (12) и контролировалось на осциллографе (13). Согласование было вполне удовлетворительным для наблюдения двойного РЧ—МВ резонанса во всем диапа-

зоне используемых частот 1,0 МГц ± 1 ГГц, перекрываемом тремя стандартными генераторами Г4—118 (14), Г4—119 (15) и Г4—5 (16).

Для повышения чувствительности спектрометра сигнал накачки импульсно модулировался (100 кГц) генератором униполярных импульсов (17), разработанные ранее [11]. Сигнал двойного РЧ—МВ резонанса на выходе волноводной поглощающей ячейки синхронно детектировался на той же частоте.

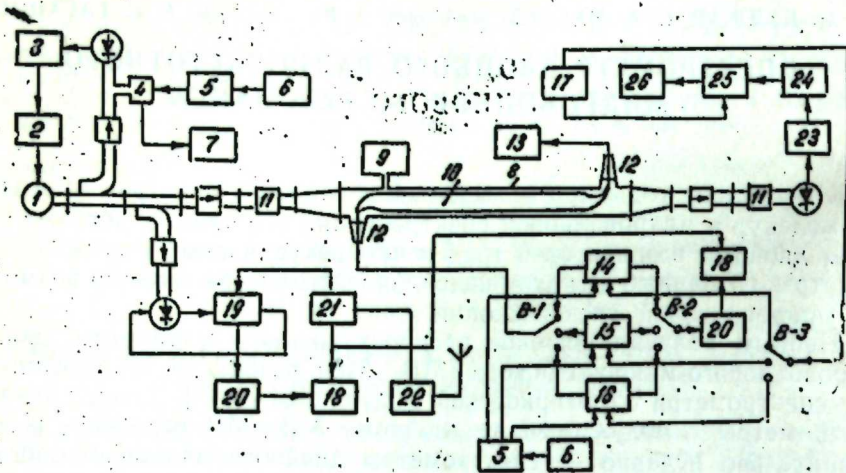


Рис. 1. Блок-схема спектрометра двойного РЧ—МВ резонанса: 1—ЛОВ; 2—блок питания; 3—система стабилизации частоты с автоматическим устройством поиска и захвата; 4—объемный резонатор; 5—мотор; 6—блок питания мотора) 7—цифровой показатель положения поршня резонатора; 8—поглощающая волноводная ячейка; 9—система запуска и откочки образца; 10—электрод для ввода РЧ сигнала; 11—изолятор; 12—согласующее устройство; 13—осциллограф; 14—РЧ генератор; 15—РЧ генератор Г4-119; 16—генератор Г4-5; 17—генератор униполярных импульсов 100 кГц; 18—частотомер ЧЗ-34А; 19—преобразователь частоты Ч5-13; 20—преобразователь частоты ЯЗЧ-51; 21—генератор, синхронизируемый Ч1-40; 22—приемник-компаратор ПК-66; 23—предусилитель; 24—усилитель; 25—синхронный детектор; 26—самописец.

Частота МВ сигнала измерялась при помощи частотомера ЧЗ-34А (18), снабженного преобразователями частоты Ч5—13 (19) и ЯЗЧ—51 (20). В качестве опорного генератора частоты Ч5—13 (19) использовался синхронизируемый кварцевый генератор Ч1—40 (21), частота которого контролировалась приемником-компаратором ПК-66 (22) по сигналам времени, принимаемым из эфира.

Частоты спектральных линий, попадающие в РЧ-диапазон, измерялись частотомером ЧЗ—34А (18) с преобразователем частоты ЯЗЧ—51 (20).

Точность измерения частоты определялась формой и шириной спектральных линий и была не хуже, чем 5—10 % от ее ширины.

Подробное описание прецизионной системы обнаружения и детектирования сигналов двойных резонансов, состоящей из предварительного усилителя (23), широкополосного усилителя (24), синхронного детектора (25) и самописца (26), публикуется отдельно. Полоса пропускания системы определяется постоянной времени τ СД и может изменяться от 0,01 до 30 сек. Скорость перестройки СВЧ генератора при максимальной чувствительности ($\tau = 30$ сек.) равна 4 МГц/мин.

Спектрометр может работать в двух режимах. В первом режиме частота сигнала накачки постоянна, а частота ЛОВ сканируется в окрестностях микроволновой линии поглощения, во втором частота СВЧ генератора постоянна, а РЧ сканируется.

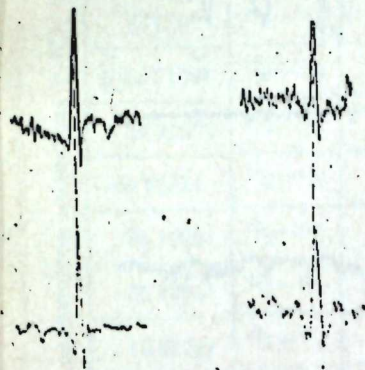
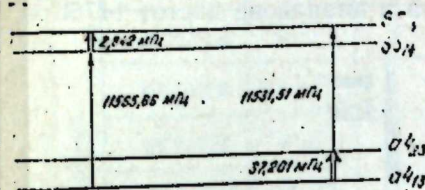


Рис. 2. Сигналы двойного РЧ—МВ резонанса молекулы $(\text{CH}_3)_2\text{CHCN}$: а—накачка осуществляется на частоте 37,201 МГц; б—накачка осуществляется на частоте 2,842 МГц.

Система стабилизации частоты с автоматическим устройством поиска и захвата и система обнаружения и детектирования сигналов описываемого спектрометра двойного РЧ—МВ резонанса выполнены в основном на микросхемах серий 544 и 140.

Одной из основных причин, стимулирующих создание описанного радиоспектрометра, были трудности, с которыми столкнулись авторы при расшифровке и исследовании спектров одноатомных спиртов. Спектры этих молекул сильно насыщены из-за наличия нескольких конформеров и возмущены внутренним вращением и центробежным эффектом. За счет туннелирования атома водорода гидроксильной группы между двумя эквивалентными минимумами потенциальной энергии гош-конформации особенно сильно возмущены и совершенно не поддаются описанию в терминах жестких волчков спектры конформеров, образованных кручением гидроксильной группы [11—15]. Поэтому буквально каждый переход приходится искать по наличию двойных резонансов. Однако двойные РЧ—МВ резонансы в этих спектрах пока никем не наблюдались.

С целью оценки возможностей разработанного спектрометра для идентификации и исследования подобных спектров были сняты спектры двойных РЧ—МВ резонансов молекулы изопропилового спирта $(\text{CH}_3)_2\text{CHON}$ [16].

На рис. 2 представлена запись на самописце типичных сигналов двойного РЧ—МВ резонанса четырехуровневой системы гош-конформации молекулы изопропилового спирта. Сигналы двойных РЧ—МВ резонансов наблюдались на частотах переходов a_{23} — s_{24} (11531,51 МГц) и

а $4_{13}-5_{14}$ (11565,86 МГц) при накачке по переходам $s5_{11}-s5_{24}$ (2,842 МГц) или $a4_{13}-a4_{23}$ (36,218 МГц).

Насколько микроволновой вращательный и вращательно-колебательный спектры этой молекулы сложны (спектральные линии перекрываются, а штарк-компоненты трудно разрешимы) видно из рис. 3 (а), где приводится запись микроволнового спектра в диапазоне частот 14760-

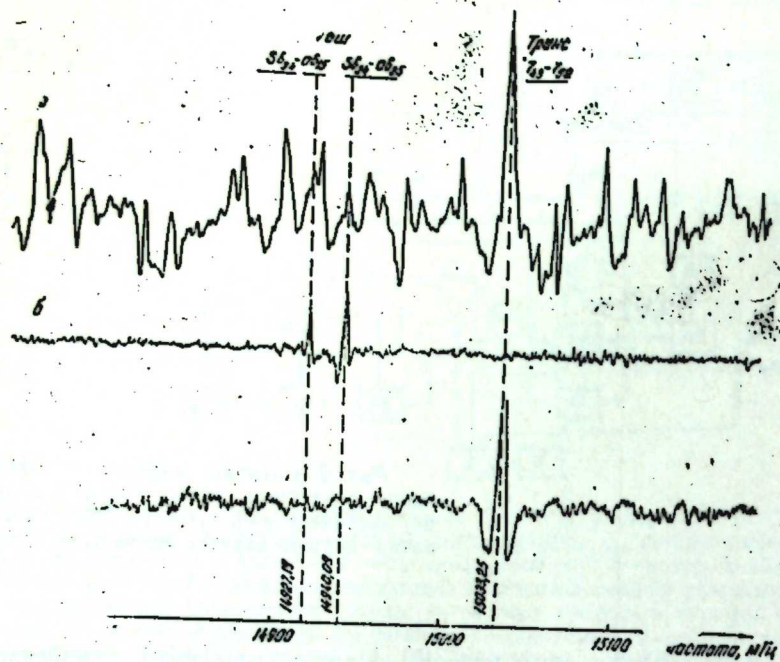


Рис. 3. Запись спектра молекулы $(\text{CH}_3)_2\text{C=O}$: а—штарковская модуляция; б—сигналы двойного РЧ—МВ резонанса (гош-конформации) при накачке по переходу $s6_{24}-s6_{34}$ (14,121 МГц); в—сигнал двойного РЧ—МВ резонанса (транс-конформации) при накачке по переходу $7_{43}-7_{53}$ (505,066 МГц).

+ 15180 МГц на спектрометре с молекулярной штарковской модуляцией (100 кГц). Спектрометр с двойным РЧ—МВ резонансом позволяет из этого сложного спектра уверенно выделить линии, попадающие вместе с сигналом накачки в трехуровневую квантовую систему. На рис. 3 (б) из этого спектра выделены сигналы двойного РЧ—МВ резонанса, создаваемые переходами $s6_{34}-a6_{51}$ (14927,19 МГц) и $s6_{24}-a6_{25}$ (14940,09 МГц) при накачке по переходу $s6_{24}-s6_{34}$ (14,121 МГц) гош-конформации молекулы, на рис. 3 (в) — для транс-конформации молекулы переход $4_{13}-4_{22}$ (17039,04 МГц) при накачке по переходу $4_{22}-4_{32}$ (616,252 МГц).

Уровни энергии этих и некоторых других близлежащих переходов, образующих трехуровневые системы гош-конформации молекулы, приведены на рис. 4 (*s*-симметричное, *a*-антисимметричное состояние).

Частоты всех переходов РЧ и МВ, на которых наблюдались двойные резонансы, приведены в табл 1, 2, 3 для транс- и гош-конформации молекулы $(\text{CH}_3)_2\text{C=O}$.

Спектрометр двойного РЧ—МВ резонанса очень удобен для поиска и идентификации спектров возмущенных состояний при уже известном спектре основного состояния, так как частота сигнала накачки, расчи-

Таблица 1

Карта наблюдаемых двойных РЧ—МВ резонансов молекулы $(\text{CH}_3)_2\text{C=O}$ (транс)

Переход	Частота (МГц)	Частота (МГц)	
		Переход	Частота (МГц)
1 ₀₁ -1 ₁₁	447,11	11 ₁₁ -2 ₀₂	22294,77
2 ₀₂ -2 ₁₂	42,71	2 ₁₂ -2 ₂₁	11171,06
3 ₁₂ -3 ₂₂	211,01	3 ₂₂ -3 ₃₁	11867,14
4 ₂₂ -4 ₃₂	616,37	4 ₃₂ -4 ₄₁	12805,89
3 ₀₃ -3 ₁₃	2,57	3 ₀₃ -3 ₁₃	17318,23
4 ₁₃ -4 ₂₃	17,62	3 ₁₃ -3 ₂₃	17526,45
5 ₂₃ -5 ₃₃	70,67	4 ₁₃ -4 ₂₃	17039,04
6 ₃₃ -6 ₄₃	208,31	4 ₂₃ -4 ₃₃	17637,52
7 ₄₃ -7 ₅₃	505,40	5 ₂₃ -5 ₃₃	16551,75
5 ₁₄ -5 ₂₄	1,15	5 ₃₃ -5 ₄₃	17853,49
6 ₂₄ -6 ₃₄	5,69	6 ₂₄ -6 ₃₄	15858,62
7 ₃₄ -7 ₄₄	20,65	6 ₃₄ -6 ₄₄	18213,72
8 ₄₄ -8 ₅₄	61,05	7 ₄₃ -7 ₅₃	15033,25
9 ₅₄ -9 ₆₄	155,39	7 ₅₃ -7 ₆₃	18754,54
10 ₆₄ -10 ₇₄	352,00	8 ₂₄ -8 ₃₄	24402,46
11 ₇₄ -11 ₈₄	723,30	8 ₃₄ -8 ₄₄	24375,85
		9 ₃₄ -9 ₄₄	24375,85
		9 ₄₄ -9 ₅₄	22690,76
		10 ₄₄ -10 ₅₄	21740,22
		11 ₄₄ -11 ₅₄	20614,68

танная по вращательным постоянным основного состояния, обычно лежит в пределах ширины линии возбужденного состояния. Однако принятая нами попытка найти возбужденные состояния в спектре молекулы изопропилового спирта пока не увенчалась успехом.

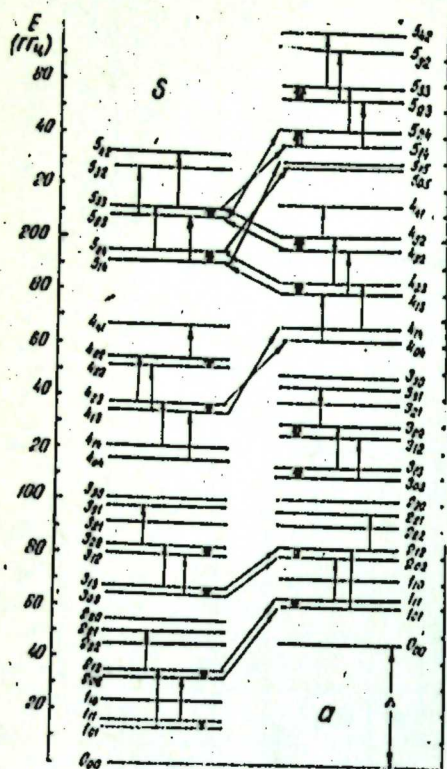


Рис. 4. Уровни энергии гош-конформации молекулы $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ и двойные РЧ-МВ резонансы: *s*-симметричное состояние; *a*-антисимметричное состояние (жирной стрелкой обозначен сигнал накачки).

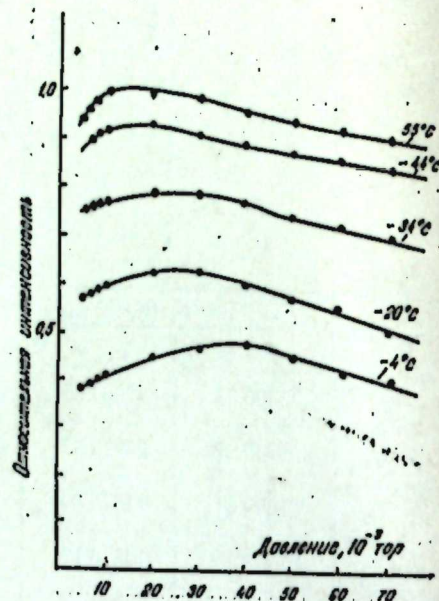


Рис. 5. Зависимость относительной интенсивности сигнала двойного РЧ-МВ резонанса $s_{514}-a_{515}(s_{514}-s_{516})$ от давления.

Зависимость относительных интенсивностей сигналов двойных РЧ-МВ резонансов от давления при разных температурах исследовалась для переходов $s_{413}-s_{422}$, $s_{514}-a_{515}$ и $a_{413}-a_{422}$ при накачках соответственно по переходам $s_{413}-s_{423}$, $s_{514}-s_{524}$ и $a_{413}-a_{423}$ для гош-конформации молекулы и перехода $s_{533}-s_{532}$ при накачке по переходу $s_{523}-s_{533}$ для транс-конформации. При этом стабилизированная частота СВЧ генератора устанавливалась на частоту МВ перехода, а стабилизированная частота РЧ-генератора — на частоту перехода сигнала накачки. Амплитуда РЧ сигнала во всех экспериментах поддерживалась равной 6 в/см; к выходу СД подключался цифровой вольтметр В7-16. Давление в волноводной поглощающей ячейке контролировалось вакуумметром ВТ-3, а температура измерялась с точностью $0,5^\circ$ пятью платиновыми термодатчиками, закрепленными по длине ячейки с последующим усреднением.

Заметных различий в характере зависимости сигналов двойных РЧ-МВ резонансов для транс- и гош-конформации обнаружить не удалось.

На рис. 5 приводится описываемая зависимость для переходов $s_{514}-a_{515}$ (14766,52 МГц) и $s_{514}-s_{524}$ (2,842 МГц) для гош-конформации молекулы.

Из рисунка видно, что во всех зависимостях наблюдаются максимумы амплитуд двойных РЧ-МВ резонансов которые с повышением температуры от -55°C до -4°C смещаются от 10^{-2} тор до $4 \cdot 10^{-2}$ тор.

При этом относительная интенсивность этого сигнала падает почти вдвое.

Литература

1. Battaglia A., Gozzini A. and Polacco. Nuovo Cim., 14, 1076, 1959.
2. Cox A. P., Flynn G. W. and Wilson E. B. Jr. J. Chem. Phys., 42, 3094, 1965.
3. Woods R. C., Ronn A. M. and Wilson E. B. Jr. Rev. Sci. Instrum., 37, 927, 1966.
4. Кажар Ч. О., Мусаев С. А., Салаев Э. Ю. Изв. АН Азерб. ССР, серия физич. и технич. наук, № 7, 1981.
5. Stiefvater O. L. Z. Naturforsch., 30a, 1742, 1975.
6. Kumar A., Sheridan J. and Stiefvater O. L. Z. Naturforsch., 33a, 145, 1978.
7. Stiefvater O. L. Z. Naturforsch., 33a, 153, 1978.
8. Wodarczyk F. L. and Wilson E. B. J. Mol. Spectroscop., 37, 445, 1971.
9. Schwarz R., Drelzler H. and Quarneri A. Z. Naturforsch., 30a, 180, 1975.
10. Suzuki M., Quarneri A. and Drelzler H. Z. Naturforsch., 31a, 1181, 1976.
11. Кажар Ч. О., Мусаев С. А., Салаев Э. Ю. Изв. АН Азерб. ССР, серия физич. и технич. наук, 1, 100, 1979.
12. Кажар Ч. О., Докторская диссертация, Баку, 1972.
13. Kondo S., Hirota E. J. Mol. Spectroscop., 34, 97, 1970.
14. Schmidt R. E. and Quade C. R. J. Chem. Phys., 62, 10, 3864, 1975.
15. Kakar R. K. and Quade C. R. J. Chem. Phys., 72 (8) 4300, 1980.

Институт физики

Поступило 7. VII 1981

Ч. О. Гачар, С. А. Мусаев, Е. Ю. Салаев, А. С. Гасанова

РАДИОТЕЗЛИКЛИ-МИКРОДАЛГА ИКИГАТ РЕЗОНАНС СПЕКТРОМЕТРИ

Мәгәләдә радиотезликли-микродалга икигат резонанс тезликләрини тәдқиғ етмәк үчүн јарадылмыш спектрометрији гурулушу верилмишидир. Бу спектрометрији имканларыны көстәрмәк үчүн изопропил спирти молекулуни радиотезликли-микродалга резонанс тезликләри тәдқиғ олуишуи вә бир сыра јени фирланма кендиләри ујғулашдырылмишидир.

Ch. O. Qajar, S. A. Musaev, E. Yu. Salayev, A. S. Gasanova

THE RF-MW-DOUBLE RESONANCE SPECTROMETER

The RF-MW-double resonance spectrometer for the investigation of the microwave spectrum of alcohols which were complicated by tunnelling effect between two equivalent minima is described and tested with some transitions of isopropyllic alcohol.

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

Акад. М. И. АЛИЕВ, Э. А. ЭЙВАЗОВ, А. Ф. САФАРОВ

ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТЬ И ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ ХРОМОВЫХ ХАЛЬКОШПИНЕЛЕЙ В ОБЛАСТИ МАГНИТНОГО ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА

Среди магнитных хромовых халькогенидных шпинелей одной из наиболее интересных является система $Co_{1-x}Cu_xCr_2S_4$. Известно [1], что данная система является ферримагнитным полупроводником, и температура Кюри T_c в зависимости от концентрации меди меняется в довольно широких пределах ($230 \leq T_c \leq 390$ К). Представляет интерес исследовать влияние перехода в магнитоупорядоченное состояние на разные тепловые свойства выбранной системы. Такое исследование может быть источником информации как о природе магнетизма в магнитных полупроводниках, так и о влиянии магнитного упорядочения на движение носителей тока и тепла в таких кристаллах. Теория указанного влияния находится в начальной стадии развития, а экспериментальные исследования, касающиеся тепловых свойств магнитных полупроводников, особенно в области фазового перехода ферримагнетик—парамагнетик, очень скудны.

В настоящей работе исследовалась температурная зависимость коэффициентов теплопроводности (a^*) и теплового расширения (α) некоторых составов из системы $Co_{1-x}Cu_xCr_2S_4$ вблизи точки Кюри.

Измерения $a^*(T)$ проводились импульсным методом, принцип которого основан на том, что тонкая пластинка вещества нагревается с одной стороны очень коротким импульсом радиации, а на другой ее стороне фиксируется изменение температуры [2]. Температурная зависимость коэффициента теплового расширения $\alpha(T)$ исследовалась на высокотемпературном dilatометре ДКС—900.

На рис. 1 показаны полученные нами зависимости $a^*(T)$ для трех поликристаллических составов из выбранной системы. Поликристаллические образцы получены методом, описанным в работе [1].

На кривых $a^*(T)$ при некоторой температуре наблюдается четко выраженное λ -образное уменьшение a^* ($T_\lambda = 230$ К для $CoCr_2S_4$, 335 К для $Co_{0.9}Cu_{0.1}Cr_2S_4$ и 350 К для $Co_{0.7}Cu_{0.3}Cr_2S_4$). Величина a^* ощутимо увеличивается с увеличением концентрации меди, что коррелирует с электропроводностью.

На температурной зависимости коэффициента теплового расширения вблизи T_c наблюдается резкий максимум (рис. 2), что вероятно, связано со спонтанной деформацией решетки. Спонтанная деформация приводит к тому, что ферромагнетики с отрицательной магнитострикцией имеют несколько меньшие размеры ниже точки Кюри, а с положительной—больше, чем это соответствует обычному тепловому расширению. Вблизи точки Кюри, где исчезает самопроизволь-

ная намагниченность и сопровождающая ее самопроизвольная деформация, с повышением температуры уменьшение результирующего расширения уменьшается или увеличивается по сравнению с ферромагнитными кристаллами. Поэтому в точке Кюри может наблюдаться

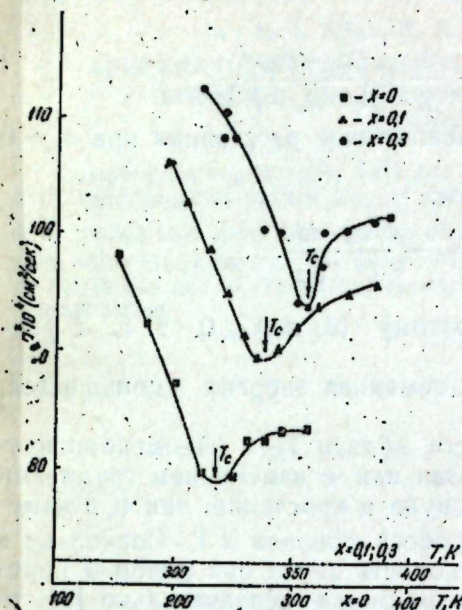


Рис. 1. Температурная зависимость коэффициента теплопроводности (a^*) системы $Co_{1-x}Cu_xCr_2S_4$.

максимум или минимум коэффициента теплового расширения. Можно показать, что изменение коэффициента расширения ферромагнитных материалов при температуре Кюри определяется соотношением [3]:

$$\Delta\alpha = \left(\frac{\partial \lambda}{\partial H} \right)_T \cdot \left(\frac{\partial \sigma}{\partial T} \right)_H / \left(\frac{\partial \sigma}{\partial H} \right)_T$$

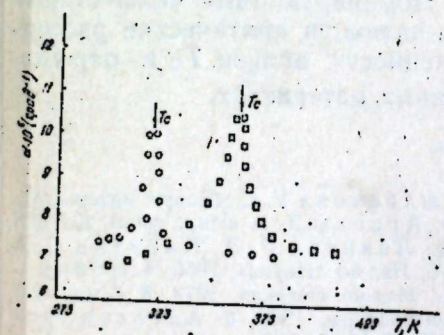


Рис. 2. Температурная зависимость коэффициента теплового расширения (α) системы $Co_{1-x}Cu_xCr_2S_4$.

где λ —магнитострикция; σ —намагниченность вещества. Поскольку для магнитоупорядоченных веществ обычно $\left[\left(\frac{\partial \sigma}{\partial T} \right)_H / \left(\frac{\partial \sigma}{\partial H} \right)_T \right] < 0$, то при

$\left(\frac{\partial \lambda}{\partial H} \right)_T < 0$ на кривой $\alpha = \alpha(T)$ вблизи $T \approx T_c$ будет наблюдаться максимум. Следовательно, нами обнаруженная положительная аномалия $\alpha(T)$ обусловлена отрицательной магнитострикцией в исследованных материалах.

Отметим, что самопроизвольная деформация решетки имеет обменную природу. Максимум или минимум коэффициента теплового расширения зависит от природы обмена [4]. Изменение обменной энергии при тепловом расширении можно найти из условия минимума общей энергии [5]:

$$E = N \frac{dJ}{da} (a - a_0) + \frac{1}{2} C \left(\frac{a - a_0}{a_0} \right)^2,$$

Здесь N — число атомов 1 см^3 , a_0 — межатомное расстояние при $\sigma_s = 0$ и C — константа упругости.

Из условия минимума E получаем:

$$\frac{a - a_0}{a_0} = \frac{l - l_0}{l_0} = - \frac{Na_0}{C} \frac{dJ}{da}.$$

По нашим данным, $\left(\frac{l - l_0}{l_0} \right) > 0$, поэтому $(dJ/da) < 0$, т. е. с уве-

личением межатомного расстояния обменная энергия уменьшается, что является естественным.

Минимум температуропроводности вблизи T_C с феноменологической точки зрения может быть связан как с изменением групповой скорости фононов, т. е. скоростью звука в кристалле, так и с изменением средней длины свободного пробега фононов (\bar{l}). Поскольку в магнитоупорядоченных кристаллах скорость звука при фазовом переходе ферромагнетик—парамагнетик изменяется незначительно [6], то изменении a^* вблизи T_C можно рассматривать как результат изменения главным образом \bar{l} фононов.

Таким образом, в работе показано, что коэффициент температуропроводности ферромагнитной полупроводниковой системы $\text{Co}_{1-x}\text{Cu}_x\text{Cr}_2\text{S}_4$ вблизи T_C проходит через четко выраженный минимум, положение которого по температуре практически совпадает с резким максимумом коэффициента теплового расширения. Доминирующими механизмами в указанных аномалиях, на наш взгляд, являются критические рассеяния фононов на флуктуациях намагниченности вблизи T_C и отрицательная магнитострикция в исследованных материалах.

Литература

1. Эйвазов Э. А., Сафаров А. Ф., Пашабекова У. С. «Неорг. матер.», М., 10, 215, 1978.
2. Алиев М. И., Гусейнов Р. Э., Араслы Д. Г. «Инж. физ.», 22, 1055, 1972.
3. Белов К. П., Белянчикова М. А., Левитин Р. Э., Никитин С. А. Редкоземельные ферро- и антиферромагнетики. М., Изд-во «Наука», 1966.
4. Новикова С. И. Тепловое расширение твердых тел. М., Изд-во «Наука», 1974.
5. Смит Я. Вейн Х. Ферриты. М., Изд-во иностранной литературы, 1962.
6. Александров К. С., Шабанов Л. А., Решикова Л. М. ФТТ, 10, 1666, 1968.

Азгоспединститут им. В. И. Ленина

Поступило 16. I 1981

М. И. Алиев, Е. Э. Ейвазов, А. Ф. Сафаров

МАГНИТ ФАЗА КЕЧИДИ ЭТРАФЫНДА ХРОМ ЫЛҚОШПИНЕЛЛЭРИНИН ТЕМПЕРАТУР КЕЧИРМЭСИ ВЭ ИСТИДЭН КЕНИШЛЭНМЭСИ

Магаләдә ферромагнит жарымкечиричи маддә олан $\text{Co}_{1-x}\text{Cu}_x\text{Cr}_2\text{S}_4$ системиниң Күри нөгтәси T_C этрафында температур кечирмә вә истидән кенишләнмә әмсаллар

тәчрүби оларак тәдқиғ едилмишдир. Һәр икки параметр $T \approx T_C$ дә аномал дәјишир. Алынан нәтижәләр T_C этрафында фононларын магнитләнмә флуктуацияларындан критик сәпилмәси вә кристал гәфәсиниң спонтан деформациясынын анизотропијасы илә изаһ олуңур.

M. I. Aliev, E. A. Elvazov, A. F. Safarov

TEMPERATURE CONDUCTIVITY AND HEAT EXPANSION OF THE CHROMIUM CHALCOSPINELS IN THE MAGNETIC PHASE TRANSITION RANGE

Temperature conductivity (a^*) and heat expansion (α) coefficients of the ferromagnetic semiconductor system $\text{Co}_{1-x}\text{Cu}_x\text{Cr}_2\text{S}_4$ have been studied near the Curie point. It is shown that these coefficients change anomalously near T_C . The experimental results were interpreted on the basis of the anisotropy of the spontaneous deformation of the lattice and of the critical scattering of the phonons by the fluctuation of the magnetization.

Б. А. АСКЕР-ЗАДЕ

**О РАСЧЕТЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ В
МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДАХ КАК ОБЪЕКТА
С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ**

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

В настоящее время при интенсивном развитии трубопроводного транспорта ведется широкий фронт по автоматизации и телемеханизации трубопроводного транспорта, разрабатываются и внедряются автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП), позволяющие значительно улучшить технико-экономические показатели этой сложной и постоянно расширяющейся отрасли.

В связи с этим разработка численных методов расчета динамических режимов перекачки в АСУ ТП магистральных трубопроводов приобретает первостепенное значение для прогнозирования хода технологического процесса и состояния технологического оборудования, выбора рационального режима перекачки, а также управления ходом технологического процесса перекачки с целью своевременного обнаружения и ликвидации аварийных ситуаций.

Одним из эффективных численных методов расчета нестационарных процессов в магистральных трубопроводах является численный метод, основанный на теории импульсных систем [1—4].

В данной статье дается дальнейшее развитие работ [1—4] для косвенного определения значения контролируемого параметра—давления вдоль трассы АСУТП магистральных трубопроводов.

Переходные процессы, протекающие в данной системе, описываются телеграфными уравнениями:

$$\begin{aligned} -\partial H' / \partial x &= \kappa_1 \partial Q' / \partial t + \kappa_3 Q', \\ -\partial Q' / \partial x &= \kappa_2 \partial H' / \partial t, \quad 0 \leq x \leq l, \end{aligned} \quad (1)$$

где $H'(x, t)$, $Q'(x, t)$ —соответственно изменения значения давления и расхода;

l —длина участка трубопровода;

$\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3$ —вещественные коэффициенты, зависящие от свойств исходной системы;

x —координата, направления вдоль трубопровода.

$$H(x, t) = \bar{H}(x, t) + \Delta z, \quad (2)$$

где $\bar{H}(x, t)$ —среднее давление в сечениях, Δz —разность геодезических отметок начала и конца участка трубопровода. Начальные условия принимаем нулевые.

Граничные условия: $H'(0, t) = H'_n(t)$, $Q'(l, t) = Q'_k(t)$. В данном случае при решении поставленной задачи функции H'_n и Q'_k в уз-

ловых точках участка предполагаются известными, т. к. в указанных точках имеются датчики измерения, и значения этих функций непосредственно берутся из их показаний. При заданных начальных и граничных условиях из системы дифференциальных уравнений (1) определяем выражение в операторной форме для функции $H'(x, p)$. Затем, перейдя от полученных изображений непрерывных функций к соответствующим, изображениям решетчатых функций, применив к ним теорему свертки, получим выражение для напора в дискретной форме, характеризующее изменение напора в любой заданной точке трассы:

$$\begin{aligned} H'[n, \delta] &= \left(\sum_{m=\sigma_1}^n \kappa_2[m] + \sum_{m=\sigma_2}^n \kappa_3[m] \right) H'_n[n-m] - \left(\sum_{m=\sigma_3}^n \kappa_{44}[m] - \right. \\ &- \left. \sum_{m=\sigma_4}^n \kappa_{66}[m] \right) Q'_k[n-m] - \sum_{m=\lambda}^n \kappa_1[m] H'[n-m, \delta] - \\ &- \sum_{m=0}^{n-1} H'[m, \delta], \end{aligned} \quad (3)$$

где передаточные функции $\kappa_1[n]$, $\kappa_2[n]$, $\kappa_3[n]$, $\kappa_{44}[n]$, $\kappa_{66}[n]$ вычисляются по следующим рекуррентным соотношениям последовательно для каждого момента времени:

$$\kappa_1[n] = \begin{cases} 0 & \text{при } n < \lambda, \\ e^{-\alpha T} + \alpha T \sum_{m=\lambda+1}^n e^{-\frac{\alpha T}{\lambda} m} \frac{I_1(\eta \sqrt{m^2 - (\lambda)^2})}{\sqrt{m^2 - (\lambda)^2}}, & \text{при } n \geq \lambda, \end{cases}$$

$$\kappa_{44}[n] = \kappa_4[n] + 2\eta \sum_{m=\sigma_2}^n \kappa_4[m];$$

$$\kappa_2[n] = \begin{cases} 0 & \text{при } n < \sigma_1, \\ e^{-\alpha T \delta} + \alpha T \delta \sum_{m=\sigma_1+1}^n e^{-\eta m} \frac{I_1(\eta \sqrt{m^2 - \sigma_1^2})}{\sqrt{m^2 - \sigma_1^2}}, & \text{при } n \geq \sigma_1; \end{cases}$$

$$\kappa_{66}[n] = \kappa_6[n] + 2\eta \sum_{m=\sigma_3}^n \kappa_6[m];$$

$$\kappa_3[n] = \begin{cases} 0 & \text{при } n < \sigma_2, \\ e^{-\alpha T(1-\delta)} + \alpha T(1-\delta) \sum_{m=\sigma_2+1}^n e^{-\eta m} \frac{I_1(\eta \sqrt{m^2 - \sigma_2^2})}{\sqrt{m^2 - \sigma_2^2}}, & \text{при } n \geq \sigma_2; \end{cases}$$

$$\kappa_4[n] = \begin{cases} 1 & \text{при } n < \sigma_3, \\ e^{-\eta m} I_0(\eta \sqrt{n^2 - \sigma_3^2}) & \text{при } n \geq \sigma_3; \end{cases}$$

$$\eta = \frac{T}{\lambda}, \quad \sigma_1 = \lambda \delta, \quad \sigma_2 = \lambda(1-\delta), \quad \sigma_3 = 0,5\lambda(1+2\delta),$$

$$\kappa_6[n] = \begin{cases} 0 & \text{при } n < \sigma_4 \\ e^{-\eta n} I_0(\eta \sqrt{n^2 - \sigma_4^2}) & \text{при } n \geq \sigma_4; \end{cases}$$

$$\sigma_4 = 0,5\lambda(1+2\delta), \quad \delta = \frac{x}{2l}, \quad T = 2\tau;$$

T —абсолютный период повторения решетчатой функции;

λ — любое целое число; τ — время распространения волны в один конец участка; в случае однородности участка имеем $\tau_1 = \tau$ и $r = 1$.

На основании выражения (3) легко осуществлять контроль по давлению в любой точке трассы:

$$\bar{H}[n, \delta] = H[n, \delta] + H_{II}[n, \delta] \quad (4)$$

Однако в ряде практических задач приходится сталкиваться со случаями, когда исходная система одновременно включает в себя разные однородные звенья с распределенными параметрами. В этом случае объектом управления является распределенная неоднородная система, т. е. кусочно-однородная система. Преимуществом предложенного метода является возможность применения его для решения широкого класса задач в неоднородных системах автоматического регулирования с распределенными параметрами.

Литература

1. Ципкин Я. З. Теория линейных импульсных систем. М., Физматгиз, 1963.
2. Кадымов Я. Б. Переходные процессы в системах с распределенными параметрами. М., Наука, 1968.
3. Кадымов Я. Б., Мамедов А. Н., Аскерзаде Б. А. Известия вузов "Нефть и газ", № 4, 1982.
4. Кадымов Я. Б., Мамедов А. И., Аскерзаде, Алиев Р. М. ДАН Азерб. ССР, № 8, 1981.

НИПИНефтьхимавтомат

Поступило 21. VII 1981

Б. А. Эскерзаде

ПАЛАНМЫШ ПАРАМЕТРЛИ ОБЪЕКТ КИМИ ТЭСВИР ЕДИЛЭН МАГИСТРАЛ БОРУ КЭМЭРИНДЭ БАШ ВЕРЭН КЕЧИД ПРОСЕСЛЭРИНИН НЕСАБЛАНМАСЫНА ДАИР

Мөгаләдә паланмыш параметрли объект кими тэсвир едилэн автоматлашдырылмыш магистрал бору кэмэринин сәтһи һиссәсиндә баш верэн кечид просеслэринин һесаблима методикасы тәклиф едилмишдир.

В. А. Asker-zade

TRANSIENT PROCESSES IN MAGISTRALS AS OBJECT WITH DISTRIBUTED PARAMETERS

A numerical method of transient processes in magistrals as object with distributed parameters is given.

УДК 511.64:678:742:539.107

Г. Г. АХМЕДОВ, С. А. АББАСОВ, К. Р. АХМЕДОВ, Ш. В. МАМЕДОВ, Р. Х. БАБАЕВ ВУЛКАНИЗАЦИЯ ДИВИНИЛ-НИТРИЛЬНОГО КАУЧУКА ОКИСЬЮ СЕЛЕНА

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

В настоящее время вулканизация дивинил-нитрильного каучука осуществляется с применением в качестве вулканизирующего агента серы и серосодержащих соединений.

Однако резины, вулканизированные серой, имеют относительно низкую термостойкость, большую чувствительность и окислительным процессам и пр. [1].

Нами разработан рецепт вулканизации дивинил-нитрильного каучука с применением в качестве вулканизирующего агента селена.

Резины на их основе, в отличие от применения серы, обладают стойкостью к термоокислительным процессам и высокими физико-механическими показателями [2, 3].

Настоящее сообщение посвящено выявлению роли селена в термоокислительных процессах. Предполагается, что селеновые резины в процессе окисления претерпевают изменения, при которых оставшийся несвязанным селен превращается в окись селена, что ведет к дополнительному структурированию вулканизационной сетки. Для выяснения предполагаемого механизма селеновой вулканизации дивинил-нитрильного каучука представляется интересным проведение вулканизации окисью селена.

Известно, что окись селена при относительно низких температурах легко присоединяется по двойной связи непредельных соединений [4], а также используются в приготовлении клеевых композиций для склеивания резин с металлом [5] и для вулканизации каучуков [6].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Приготовление резиновых смесей на основе дивинил-нитрильного каучука с применением окиси селена и аморфного селена осуществляли на лабораторных вальцах. Вулканизацию проводили при 150°C в течение 5, 10, 20, 40 и 60 минут.

Для оценки свойства вулканизатов на основе дивинил-нитрильного каучука были приготовлены наполненные резиновые смеси с применением окиси селена от 0,5 до 5,0 вес. ч. на 100 вес. ч. каучука отдельно в совместно с ингредиентами стандартных смесей без серы.

Приготовлены резиновые смеси на основе дивинил-нитрильного каучука, сажи ДГ-100 и переменного количества окиси селена. Полученная зависимость сопротивления разрыва от количества окиси селена представлена на рис. 1.

Видно, что с увеличением количества окиси селена от 0,5 до 3,0 вес. ч., сопротивление разрыву увеличивается от 1,5 до 11,2 МПа, а при дальнейшем увеличении до 5,0 вес. ч. на 100 вес. ч. каучука заметных изменений не наблюдается.

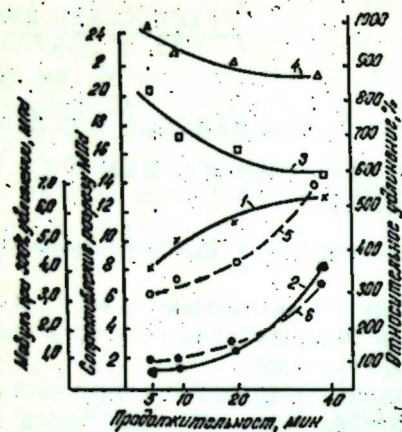


Рис. 1. Физико-механические свойства вулканизированного дивинилнитрильного каучука с различными добавками. Сопротивление разрыву: 1—окись селена; 2—селен. Относительное удлинение: 3—окись селена; 4—селен. Модуль при 300 %-ном удлинении: 5—окись селена; 6—селен.

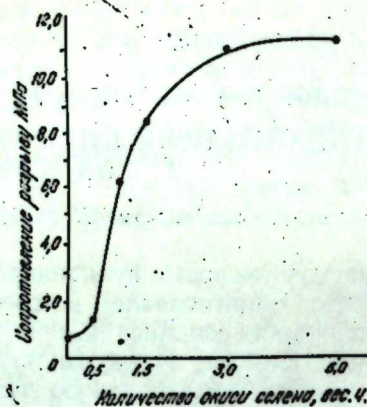


Рис. 2. Зависимость сопротивления разрыву резины от количества окиси селена.

Далее приготовлены резиновые смеси в отдельности при оптимальных количествах окиси селена и селена при равных мольных соотношениях (0,032 моль).

Сравнительные данные по физико-механическим свойствам приведены на рис. 2, а по степени сшивки — на рис. 3. Видно, что резины, полученные с применением окиси селена по сопротивлению разрыву, напряжению резины при 300 %-ном удлинении и степени сшивки превосходят

Таблица 1

Ингредиенты	Рецепт вулканизации			
	Смеси			
	1	2	3	4
Каучук СКН-40 М	100	100	100	100
Стеариновая кислота	1,5	1,5	1,5	1,5
Каптакс	0,8	0,8	0,8	0,8
Окись цинка	5,0	5,0	5,0	5,0
Сажа ДГ-100	45	45	45	45
Окись селена	0,25	0,5	0,7	1,4

селеновые резины. При этом сопротивление разрыву селенокислых резины при 40-минутной вулканизации достигает до 13 МПа против 8 МПа с селеном, а после старения в течение 24 часов при 120°C оно для селеновых резины повышается до 15 МПа против 10,8 МПа селенокислых.

Следует отметить, что повышение сопротивления разрыву и стойкости селеновых резины к термоокислению связано с протеканием дополнительного структурирования вулканизационной сетки окисью селена, образованной в процессе термического окисления за счет несвязанного, т. е. излишнего селена в массе каучука. При этом могут протекать двойные

Таблица 2

Физико-механические показатели

Показатели	Смеси			
	1	2	3	4
Время вулканизации при 150°C, мин.	40	40	40	40
Модуль при 300 %-ном удлинении, МПа	10,1	16,5	17,6	21,8
Сопротивление разрыву, МПа:				
до старения	23,7	25,8	27,7	28,2
после старения при 100°C (72ч.)	21,2	25,0	27,5	25,8
Относительное удлинение, %:				
до старения	660	510	490	470
после старения при 100°C (72ч.)	410	400	390	300
Остаточное удлинение, %	20	20	12	8
Твердость по ТМ-2	68	70	70	72
Эластичность при +27°C	24	24	22	24
при +70°C	46	50	50	54
при +100°C	48	52	54	56
Набухаемость резины в смеси бензин бензол (3:1), 24 ч.	23,1	22,5	21	20,8
Вязкость по Муни при 130°C	42,5	46	51	55,5
Время до начала подвулканизации: при 130°C, мин.	31,5	25	21,5	20

процессы: сшивание селеном разорванных теплом боковых связей и дальнейшее трехмерное структурирование окисью селена. Протекание последнего процесса подтверждается также исследованием электронного парамагнитного резонанса в каучуке с добавками SeO₂. При этом, в

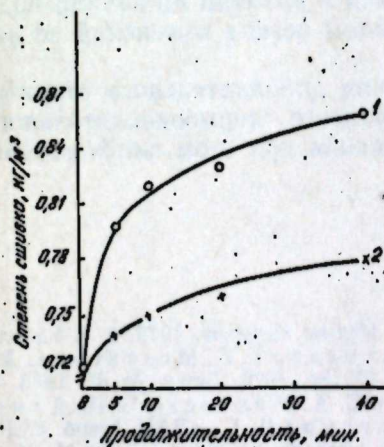


Рис. 3. Зависимость степени сшивания СКН-40М от продолжительности: 1—окись селена; 2—селен.

отличие обычного дивинилнитрильного каучука с Se, наблюдается одна очень широкая линия, что является результатом уширения за счет распределения неспаренных электронов по трехмерной вулканизационной сетке.

Далее изучено влияние переменного количества окиси селена на физико-механические показатели резин на основе дивинил-нитрильного каучука.

Рецепт приготовления резиновых смесей приведен в табл. 1, а полученные физико-механические показатели — в табл. 2.

Из данных табл. 2 видно, что с увеличением количества окиси селена от 0,25 до 1,4 вес. ч. на 100 вес. ч. у каучука увеличивается напряжение при 300%-ном удлинении от 10,1 до 21,8 МПа, твердость по ТМ-2 — от 68 до 72 и эластичность по отскоку при 100°C — от 48 до 56, уменьшается набухаемость резин в смеси бензин: бензол от 23,1 до 20,8 и время до начала подвулканизации от 31,5 до 20, а по сопротивлению разрыву резких изменений не наблюдается.

Приведенные экспериментальные данные указывают на термостойкость и на высокие прочностные показатели вулканизатов, полученные с применением окиси селена, и на возможность эффективного использования их при различных температурах и режимах.

Выводы

1. Проведена вулканизация дивинил-нитрильного каучука с применением переменного количества окиси селена от 0,5 до 5,0 вес. ч. по сравнению с селеном и изучены физико-механические показатели и степень сшивки полученных вулканизатов.

Установлено, что по прочностным показателям и степени сшивки селеноксидные вулканизаты превышают селеновые, а после старения наблюдается повышение термостойкости селеновых резин.

2. Приготовлены наполненные резиновые смеси по стандартной рецептуре с применением в качестве вулканизирующего агента переменного количества окиси селена, изучены физико-механические показатели полученных вулканизатов.

Показано, что с увеличением окиси селена от 0,25 до 1,4 вес. ч. на 100 вес. ч. каучука наблюдается увеличение напряжения резин при 300%-ном удлинении, твердость по ТМ-2, эластичность по отскоку, падение набухания резин в смеси бензол: бензин и времени до начала подвулканизации, а по прочностным показателям резких изменений не наблюдается.

3. Исследования подтверждают наличия дополнительного структурирования вулканизационной сетки в процессе термоокислительного старения селеновых резин за счет образования при этом окиси селена.

Литература

1. Догадкин Б. А. Химия эластомеров, М., Изд-во «Химия», 1972. 2. Абдуллаев Г. Б., Исмаилов Т. К., Абасов С. А., Ахмедов Г. Г., Мехтиева С. И., Ахмедов К. Р., Пашаев Т. А., Авт. свид. № 529186, 1976, Бюлл. № 35, 1976. 3. Абдуллаев, Г. Б., Исмаилов Т. К., Абасов С. А., Мехтиева С. И., Ахмедов Г. Г., Ахмедов К. Р., Кабулов У. А., Рагимов Я. Г., «ДАН Азерб. ССР» 34, № 4, 32, 1978. 4. Гофманн В. Вулканизация и вулканизирующие агенты. М., Изд-во «Химия», 1968, стр. 95—226. 5. Англ. патент № 738313, 1955. 6. Гаузер Э. Технология резины, т. 1. Изд-во ОНТИ, М., 1936.

Институт хлороорганического
синтеза

Поступило 12. VII 1980

И. И. Әһмәдов, С. А. Аббасов, К. Р. Әһмәдов, Ш. В. Мәмәдов, Р. Х. Бабајев

ДИВИНИЛ-НИТРИЛ КАУЧУКУНУН СЕЛЕН ОКСИДИ ИЛӘ ВУЛКАНЛАШМАСЫ

Селенин тәсир механизмин дәгиләшдирмәк мәгсәдилә селен оксидини дивинил-нитрил каучукунун вулканизациядагы ролу тәдгиг едилмишидир. Көстәрилмишидир ки, селени резинләрни термоокисләнмә көһнәлмә процесиндә, селен оксиди јаранмасы һесабына, вулканизация шәбәкәсини эләвә оларат, һәчми гурулуш эһәлә қәлр.

G. G. Akhmedov, S. A. Abbasov, K. R. Akhmedov, Sh. V. Mamedov,
R. Kh. Babaev

VULCANIZATION OF DIVINYLNITRILE RUBBER WITH SELENIUM OXIDE

The influence of selenium oxide on the process of vulcanization of divinyl nitrile rubber to specify the mechanism of selenium effect was studied. The existence of supplementary structurization of vulcanic net in the process of thermooxidative ageing of selenium rubbers as a result of formation of selenium oxide at that time was shown.

Член-корр. Ак. А. АЛИ-ЗАДЕ, Ш. Б. АСЛАНОВ

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РОСТРОВ АПТСКИХ БЕЛЕМНИТОВ И РАКОВИН СОВРЕМЕННЫХ SERIA OFF

Изучение биологии и современных организмов оказывает существенную помощь при выявлении эволюции, образа жизни, условий обитания и реконструкции строения вымерших организмов.

В настоящей статье нами предпринята попытка на основе сравнительного изучения современных и аптских внутреннораковинных головоногих показать возможность использования биогеохимических данных как одно из дополнительных критериев актуалистического метода. При этом, учитывается, что в минеральном и химическом составе организмов сохраняется много ценных сведений о происхождении, филогенезе и эволюции организмов. Данные биогеохимических исследований также имеют большое значение при воссоздании палеоэкологической и палеогеографической обстановки среды обитания минувших геологических эпох

Таблица 1

Содержание микроэлементов в раковинах *Sepia officinalis* L

№ образцы	Местонахождения	Анализируемая часть	Элементы						
			Mg	Sr	Mn	Si	Fe	Al	Ca
30/29	Тихий океан	внутренняя часть	0,7	0,25	0,005	0,001	0,06	0,001	Н/об
30/29	о-в Фиджи								
30/30	"	внешний слой	0,7	0,3	0,003	0,01	0,1	0,01	.
30/30	"								
30/32	Индийский океан	щип	0,03	0,2	0,001	0,01	0,06	0,001	.
30/32	рифы Скотт								
30/33	"	внешний слой	0,01	0,22	0,001	0,002	0,1	0,001	.
30/33	"								
30/33	"	органический слой	0,1	0,3	0,001	0,002	0,06	0,001	0,000
30/34	"								
30/32	"	щип	0,025	0,2	0,003	0,01	0,1	0,001	Н/об
30/32	"								
30/32	Тихий океан	внешний слой	0,01	0,25	0,001	0,001	0,06	0,01	.
30/32	о-в Фиджи								

Минеральный состав. Минеральный состав ростров белемнитов и раковин современных внутреннораковинных головоногих моллюсков различен. Если ростры белемнитов в основном сложены кальцитом, то раковины современных головоногих моллюсков имеют арагонитовый и хи

тиновый состав. Исключение составляет лишь раковина самки *Argonauta argo*, которая состоит из кальцита [1, 2, 3].

Нами был изучен минеральный состав раковин сепид из различных районов Тихого и Индийского океанов с помощью рентгеноструктурного и термического анализов. Анализам подвергались различные участки и слои раковин *Sepia officinalis* L.

Проведенные анализы показали, что раковина *Sepia officinalis* L. сложена арагонитом (рис. 1). Во внутреннем слое и так называемой органической оболочке раковин (остров Фиджи, Тихий океан), по данным термического анализа, кроме компонентов $CaCO_3$, в значительном количестве (до 7%) содержится органический материал. В ходе исследований

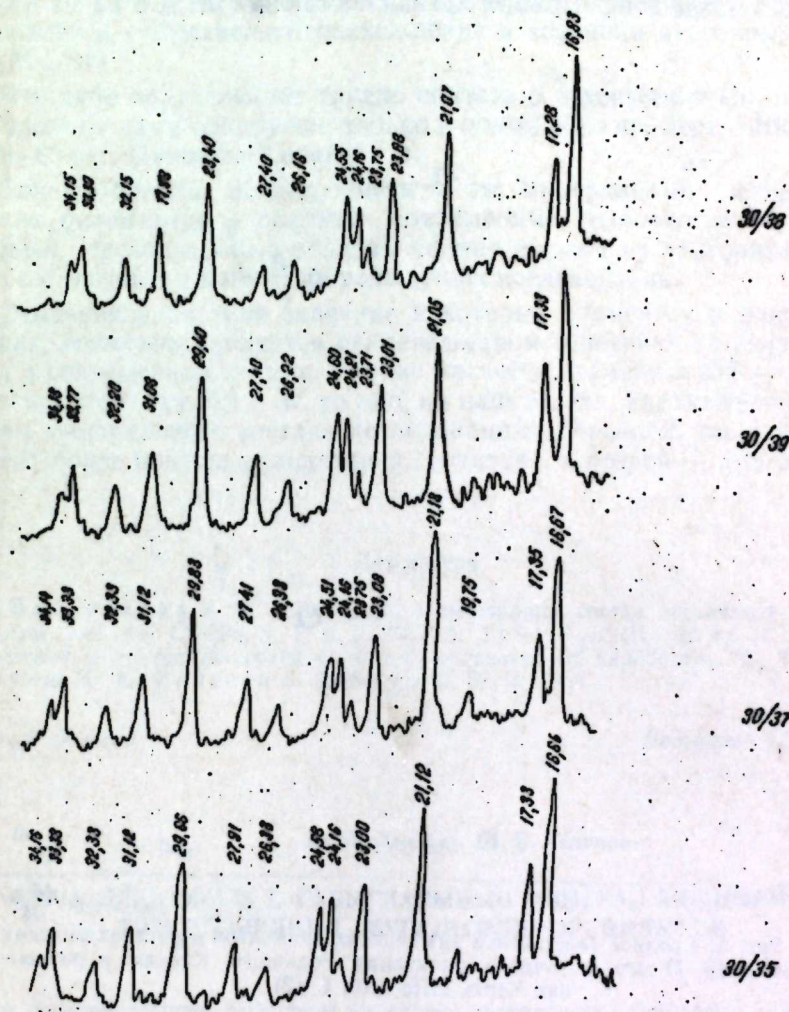


Рис. 1. Дифрактограммы раковин *Sepia officinalis* L.

особое внимание было уделено вещественному составу щипа, исходя из сходства этой части раковин сепид рострам белемнитов. Результаты термического и рентгеноструктурного анализа показывают, что щип, как и другие участки раковин, состоит из арагонита.

Химический состав. Сведения, посвященные химическому элементному составу современных внутрениораквинных головоногих моллюсков, довольно обширны. Однако среди них очень мало данных о характере распределения и количественном содержании микроэлементов твердых скелетных частях.

По результатам анализов в раковинах *Sepia officinalis* L. нами обнаружено и количественно определено содержание Mg, Sr, Mn, Fe, Al, Si, Cu (таблица).

Содержание Mg в исследованных образцах в основном выражается в сотых долях процента. Предел колебания его содержания составляет 0,01—0,03%. В трех образцах магний содержится в десятых долях процента. Максимум его составляет 0,7%, что отмечено в двух образцах. В одном же образце концентрация магния составляет 0,1%.

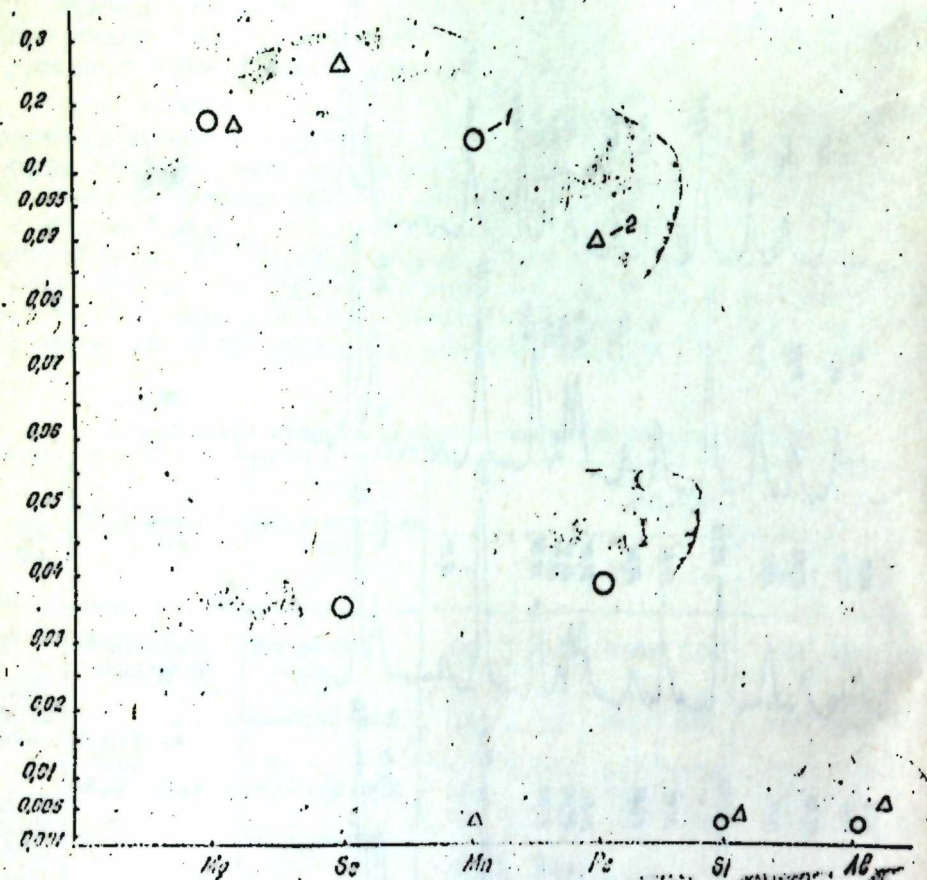


Рис. 2. Среднее содержание химических элементов в рострах аптских белемнитов (1) юго-восточного окончания Большого Кавказа и раковинах *Sepia officinalis* L. (2).

Исключительной стабильностью отличаются раковины *Sepia officinalis* L. по характеру накопления стронция, содержание которого выражается в десятых долях процента и составляет 0,2—0,3%.

Также стабильно содержание марганца. Однако, в отличие от стронция его в исследованных образцах мало. В раковинах *Sepia officinalis* L. марганец концентрируется в тысячных долях процента — 0,001—0,005%.

Можно считать, что содержание Fe, Al и Si не колеблется в широких интервалах. Железо обнаружено в количестве 0,06—0,1%, а для Al и Si предел колебания составляет 0,001—0,01%. Присутствие Cu в раковинах *Sepia officinalis* L. отмечено в одном образце — 0,0001%.

При сопоставлении характера распределения и количественного содержания химических элементов обнаруженных в раковинах *Sepia officinalis* L. и ростров аптских белемнитов юго-восточного окончания Большого Кавказа (рис. 2), становится ясно, что, несмотря на родовое и видовое различие, время существования, некоторые элементы (Mg, Si, Al) в них концентрируются примерно в одинаковых количествах; другие же (Fe) имеют близкое соотношение. Однако, наряду с этим имеют место случаи, когда в зависимости от специфических особенностей организмов наблюдается существенное расхождение в значении отдельных элементов (Mn, Sr).

Что-либо определенное трудно сказать о содержании Cu, поскольку этот элемент нами обнаружен только в одном образце *Sepia officinalis* L. (риффы Скотт, Индийский океан).

Таким образом, можно отметить, что минеральный состав ростров аптских белемнитов и раковин современных головоногих моллюсков различен. Исследованные образцы сепид состоят из арагонита, что хорошо согласуется с данными предыдущих исследований.

Отмеченное близкое значение некоторых элементов в раковинах и рострах, возможно, является свидетельством генетической связи белемнитов и современных сепид. Что же касается отличия в содержании таких элементов, как Mn и Sr, то оно, на наш взгляд, характеризуется различием минерального состава исследованных образцов, так как первый элемент более присущ кальцитово-структуре, а второй — арагонитовой.

Литература

1. Виноградов А. П. Химический элементарный состав организмов моря «Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР», т. 1, ч. 2, 1937.
2. Тейс Р. В., Найдин Д. П. Палеотермометрия и изотопный состав кислорода органических карбонатов, М., 1973.
3. Lowenstam H. A., Epstein S. Journ. Geol., 62, 3, 1954.

Институт геологии

Поступило 12. XII 1980

Ак. А. Элизадэ, Ш. Б. Асланов

SEPIA OFFICINALIS L. ГАБЫГЛАРЫНЫН МИНЕРАЛ ВЭ КИМЈӨВИ ТӨРКИБЛЭРИНИН МҮГАЈИСЭЛИ ӨЛРЭНИЛМЭСИ

Апт белемнитлэринин рострлары нэ мүасир сепидлэрин габыглары минераложки чөлөтдөн фэрглэнирлэр. Рострлар калцитдөн, сепид габыглары нэ арагонитдөн тэшкил олунмушдур.

Кимјөви төркибин мүгајисэси көстөрмишдир ки, бэ'эн элементлэр (Mg, Si, Al) тэдиг олунмуш нүмунэлэрдэ төгрибөн ејин, дикэрлэри (Fe) нэ јакын миғдарда тонланыр. Вунула јапанш, Mn нэ Sr-ини миғдары фэрглэнир.

Бир сыра элементлэрин рострларда нэ габыгларда јакын миғдары чох күман ки, белемнитлэрин нэ сепидлэрин кенетик олагоси илэ, Mn нэ Sr-ини фэрги нэ минераложки төркибин мүхтөлифлији илэ олагадардыр.

Ак. А. Али-Заде, Ш. В. Асланов

COMPARATIVE INVESTIGATION OF MINERAL AND CHEMICAL
CONTENTS OF THE ROSTRA OF APTIAN BELEMNITES AND
SHELLS OF THE MODERN SEPIA OFFICINALIS L.

It is determined that the shell of *Septia officinalis* L. made of aragonite, rostra of aptian belemnites consist of calcite.

At the comparison of the chemical elements stuff it is determined that some elements (Mg, Si, Al, Fe) in the rostra and shells of *Septia officinalis* L. concentrate the same quantities. At the same time an essential divergence in the content of Mn and Sr is observed.

Close significance of some elements in rostra and shells is possibly the result of genetic contact of belemnites and modern seplids. As to the difference in the content of Mn and Sr, it is characterised by the divergence of mineral content of specimens.

АЗЕРБАЙДЖАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД

№ 4

1982

БИОХИМИЯ

УДК 581.174

Акад. Д. А. АЛИЕВ, А. А. МОСКАЛЕНКО, С. Ю. СУЛЕЙМАНОВ, Ю. Е. ЕРОХИН
НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТИЛАКОИДОВ ГРАН
И СТРОМЫ ИЗ ХЛОРОПЛАСТОВ ПШЕНИЦЫ

Высокая эффективность и строгая последовательность окислительно-восстановительных процессов фотосинтеза достигается благодаря упорядоченному расположению как целых ансамблей в мембране хлоропластов, осуществляющих эти процессы, так и отдельных компонентов, из которых состоят сами ансамбли. Выяснение молекулярной организации фотосинтетических мембран хлоропластов позволит лучше понять, а в будущем и смоделировать тонкие механизмы реакций фотосинтеза [1].

Известно, что в хлоропластах существует два типа организации фотосинтетических мембран. Они могут быть собраны в стопки (граны), которые соединяются между собой одиночными мембранами (так называемыми межгранными тилакоидами, или тилакоидами стромы) [2, 4]. В данной работе приводятся результаты по сравнительному изучению тилакоидов гран и стромы из хлоропластов пшеницы.

В опытах использовали интенсивный сорт пшеницы Овначик-65. Растиения выращивали в оранжерее. Хлоропласты выделяли по методике [3] в среде, содержащей 0,4 М сахарозу, 20 мМ трис — HCl буфер, pH 7,8; 5 мМ аскорбата натрия и 1 мМ ЭДТА. Тилакоиды гран и стромы разделяли обработкой хлоропластов дигитонином (конеч. конц. 0,3%) и дифференциальным центрифугированием по методике Островской с сотр. [4]. Определение содержания и соотношения хлорофиллов (Хл) проводили спектрофотометрически [5]. Спектры фотоиндуцированного изменения поглощения (свет минус темнота) измеряли на специальной установке с фосфороскопом и боковым освещением [6]. Спектры флуоресценции (-196°C) — на спектрофлуориметре; производные спектров — при -196°C — на спектрофотометре Hitachi — модель 356». Электрофоретические исследования гранных и межгранных тилакоидов проводили по Матсону [7] и в модифицированной системе Девиса [8] в градиентном пластинчатом полиакриламидном геле (ПААГ) в присутствии 0,1% додецилсульфата натрия (ДСН).

В обоих типах тилакоидов максимумы длинноволновых полос поглощения локализованы при комнатной температуре около 678—679 нм. В спектре поглощения тилакоидов гран присутствует также максимум в области 647—648 нм, свидетельствующий о заметном обогащении Хл₆. Действительно отношение Хл_а/Хл₆ в гранах составляет 3,5, а в межгранных тилакоидах — 8,0, что совпадает с цифрами, полученными для аналогичных препаратов из других видов растений [4]. По современным представлениям Хл₆ входит в состав светособирающего (СС) комплекса и, по-видимому, стабилизирует его нативную структуру [9]. Поэтому

высокое содержание в гранах Хл_b можно рассматривать как результаты их обогащения СС комплексом, который может принимать участие в процессе слипания (stacking) гран [10].

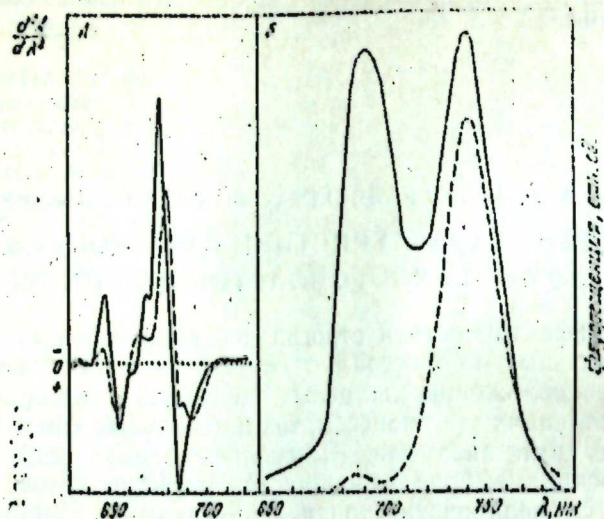


Рис. 1. Вторая производная спектра поглощения (А) и спектр флуоресценции (В) при -196°C гранных (—) и межгранных (-----) тилакоидов.

При измерении второй производной спектра поглощения при -196°C были выявлены существенные различия в формах Хл у тилакоидов гран и стромы. Для гран характерны более коротковолновые формы пигмента Хл_b 648, Хл_a 663, Хл_a 670 и Хл_a 676, чем для межгранных тилакоидов (Хл_b 648, Хл_a 666, Хл_a 679—680 и Хл_a 687—688 нм) (рис. 1, А). Эти различия в формах Хл отражаются и на спектрах низкотемпературной флуоресценции (рис. 1, В). Тилакоиды гран имеют две относительно рав-

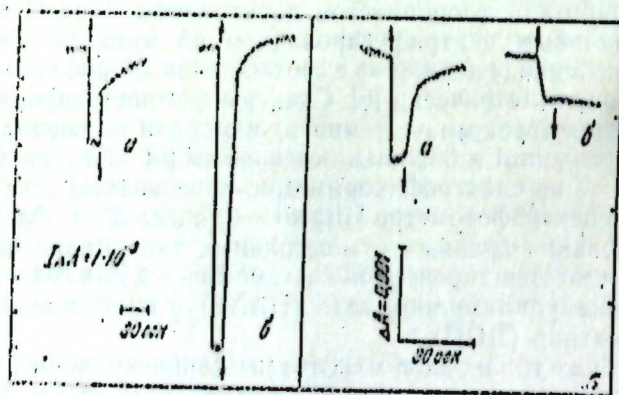


Рис. 2. Кинетика светондуцированных изменений поглощения для препаратов гранных (а) и межгранных (б) тилакоидов: А. При 700 нм в присутствии 10^{-6} М ДХФИФ восстановленного аскорбата натрия и 10^{-6} М метилвиологена (↑ — включение возбуждающего света, ↓ — выключение). В. В области 680 нм, в присутствии 1 мМ феррицианида. Концентрация Хл в реакционных средах составляла 17—20 мкг/мл. Кубета данной оптического пути 1 см.

ные полосы флуоресценции при 686 и 736 нм. Первую из них обычно связывают с СС комплексом [3], а вторую — с фотосистемой ФС I [3]. В области 695 нм выявляется одна заметное плечо, которое в последнее время относят как к ФС II, так и к СС комплексу [9, 10, 12]. В межгранных тилакоидах присутствует только одна длинноволновая полоса флуоресценции около 738—740 нм и небольшое плечо при 686 нм.

Распределение Хл (в %) между пигмент-содержащими зонами после электрофореза с ДСН

Образец	Компоненты мембран	Хл _a -белок (СР I)	Хл _{a/b} -белок (СР II)	Свободные пигменты (FР)
Тилакоиды гран		24,8±2	58,65±4	16,5±3
Тилакоиды стромы		58,6±2	23,67±4	17,75±3

Измерение дифференциальных спектров поглощения «свет минус темнота» показало, что фотохимически активные реакционные центры (РЦ) ФС I П700 содержатся в обоих типах препаратов. Резкие различия между этими спектрами отсутствуют: основная полоса расположена при 701—703 нм и небольшое плечо — около 686 нм. На рис. 2, А показана кинетика фотондуцированных изменений поглощения П700 при 700 нм. В тилакоидах гран окисленный светом П700+ не восстанавливается в темноте до исходного уровня, в то время как для тилакоидов стромы характерна быстрая кинетика восстановления П700+. Расчеты показывают, что в тилакоидах стромы содержание П700 в три раза выше, чем в гранах: отношение Хл/П700 составляет 150/1 и 450/1 соответственно.

Фотондуцированные изменения поглощения при 680 нм, связанные с функционированием РЦ ФС II, обнаружены только у гранальных тилакоидов (рис. 2, В). У тилакоидов стромы наблюдался небольшой необратимый сигнал при 680 нм, который может быть связан с выцветанием Хл. Таким образом, тилакоиды гран хлоропластов пшеницы содержат РЦ ФС I, ФС II и СС комплекса, а тилакоиды стромы обогащены П700.

Электрофорезом в ПААГ с ДСН можно непосредственно оценить распределение Хл между Хл_a-белком (СР I), входящим в состав ФС I, и Хл_{a/b}-белком (СР II) — составной частью СС комплекса [11, 9]. Кроме них, в геле еще обнаруживается зона, представляющая комплекс свободного Хл с детергентом [11]. В таблице показан процент Хл в каждой зоне. Полученные данные несколько отличаются от результатов спектральных измерений. Обращает на себя внимание присутствие Хл_{a/b}-белка в тилакоидах стромы, которое не может быть следствием загрязненности препарата и говорит о том, что, по-видимому, существуют два пула СС комплексов, связанных с обоими типами ФС. У СС комплекса, выделенного из тилакоидов гран хлоропластов пшеницы, обнаружены три формы Хл_b при 663, 669 и 676 нм [12], отсутствующие на второй производной спектров поглощения тилакоидов стромы. Следовательно, этот метод не позволяет выявить минорные компоненты, принадлежащие СС комплексу, который, как показывают результаты электрофореза, содержится в тилакоидах стромы.

Анализ полипептидного состава тилакоидов гран и стромы проводили, используя электрофорез в пластинчатом ПААГ с ДСН (рис. 3). Хорошо видно, что тилакоиды гран обогащены группой полипептидов с молекулярной массой (ММ) в области 24000—36000 дальтон (д). Полоса с ММ около 24000 д состоит из двух полипептидов с близкой электрофоретической подвижностью и, по-видимому, принадлежит СС-комплексу [10]. Только в гранах присутствуют полипептиды с ММ 50000 и 52000. Известно, что полипептид с ММ около 50000 д связывают с РЦ ФС II [13].

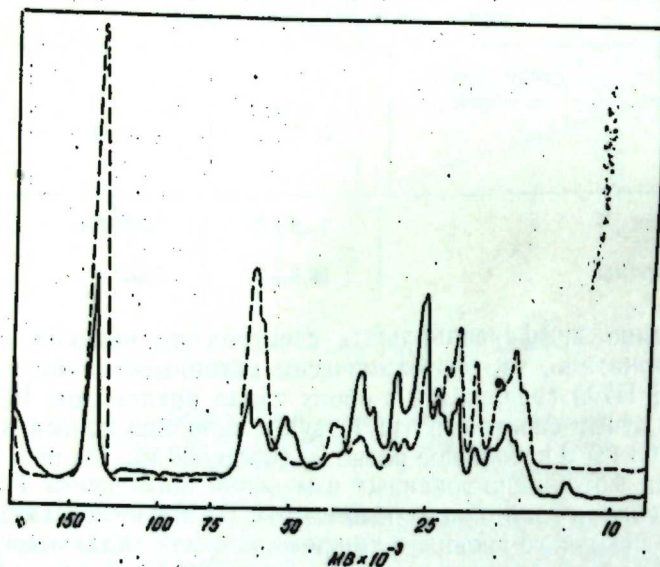


Рис. 3. Электрофорез белков с 0,1 % ДСН тилакоидов гран (—) и тилакоидов стромы (-----).

В данном случае в гранах также хорошо прослеживается взаимосвязь между активностью РЦ ФС II и присутствием полипептида с ММ 50000 д, а у тилакоидов стромы отсутствует как фотохимическая активность РЦ, так и соответствующий полипептид. В свою очередь тилакоиды стромы обогащены Хл_a-белком ФС I (ММ > 130000 д) и полипептидами с ММ около 60000 д и меньше 22000 д. Согласно литературным данным, они входят в состав АТФ-азного комплекса и ансамбля ФС I [14]. Наши результаты отличаются от данных, полученных на шпинате [15], но следует учесть, что в этих работах проводился анализ материала, который осаждался хлороформ-метанолом. Это может приводить к потере части белков и искажать действительную картину распределения полипептидов между тилакоидами гран и стромы.

Таким образом, тилакоиды гран и стромы из хлоропластов пшеницы отличаются по содержанию РЦ ФС и СС комплекса, набору форм Хл и полипептидному составу. Эти различия, по-видимому, связаны с особенностями организации сложных пигмент-липопротеиновых ансамблей ФС I и ФС II на разных фотосинтетической мембраны.

Литература

1. Насыров Ю. С., Гиллер Ю. Е. «Успехи современной биологии», 81, 2, 178, 1976.
2. Островская Л. К. «Успехи современной биологии», 87, 1, 93, 1979.
3. Шутилова Н. И. Автореф. канд. дисс. Ин-т биохимии им. А. Н. Баха АН СССР, М., 1976.
4. Гамаюнова М. С., Кочубей С. М., Островская Л. К., Рейгард Т. А., Силаева А. М. Фотохимические системы хлоропластов. Изд-во «Наукова Думка», Киев, 1975.
5. Гавриленко В. Ф., Ладыгина М. Е., Хандобина Л. М. Большой практикум на физиологии растений: Изд-во «Высшая школа», М., 1975.
6. Карапетян Н. В. Методы исследования фотосинтетического транспорта электрона. Материалы V Всесоюзного семинара, с. 117, Пушкино, 1974.
7. Matson C. F. Anal Biochem., 13, 294, 1965.
8. Davis B. J. Ann. N. Y. Acad. Sci., 121, 404, 1964.
9. Гуляев В. А., Тетенкин В. Л., Померанцева О. М. ДАН СССР, 248, № 3, 752, 1979.
10. Mullet, Arntzen C. J. Biochem. Biophys. Acta, 589, 100, 1980.
11. Thornber J. P. Ann. Rev. Plant Physiol., 26, 127, 1975.
12. Москаленко А. А., Сулейманов С. Ю., Агрикова И. М., Ерохин Ю. Е. В сб.: «Symposium on the Photosynthetic Solar Energy Conversion and Storage», p. 38, 1980.
13. Москаленко А. А., Ладыгин В. Г., ДАН СССР, 249, № 4, 1017, 1979.
14. Surr K—H. FEBS Letters, 112, 255, 1980.
15. Henriques F., Vanghan W., Park R. B. Plant Physiol., 55, 338, 1975.

Институт фотосинтеза АН СССР, Пушкино-на-Оке
Научно-исследовательский институт земледелия, Баку

Поступило 9. IX. 1981

Ч. Э. Элиев, А. А. Москаленко, С. Ю. Сулейманов, Ю. Е. Ерохин

БУГДА ХЛОРОПЛАСТЛАРЫНДАН АЖРЫЛМЫШ ГРАН ВЭ СТРОМА ТИЛАКОИДЛАРИНИН БЭЗИ ХАССЭЛЭРИ

Мәгаләдә интенсив бугда сорту олан Овначик-65-дән ажрылмыш гран вэ строма тилакоидларынын мугајисәли тәдгигинин нәтичәләри верилір. Кәстәрилір ки, олар спектрал хассәләринә, хлорофил — зүлалларын мигдарына вэ полипептид тәркибләринә керә фәргләнирләр. Мүшәһидә едилән фәргләрин сәбәбләри мугакирә едилір.

D. A. Aliyev, A. A. Moskalenko, S. Yu. Suleymanov, Yu. E. Erokhin

SOME CHARACTERISTICS OF GRANAL AND INTERGRANAL THYLAKOIDS FROM WHEAT CHLOROPLASTS

Granal and stromal thylakoids isolated from chloroplasts of an intense wheat sort Oviachik-65 were studied comparatively. Certain differences were observed in their spectral characteristics (absorption and fluorescence spectra, forms of chlorophyll a, photochemical activity of reaction centres) as well as in chlorophyll-protein contents and polypeptide composition. The nature of above differences is discussed.

М. А. КАСУМОВ

НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАРХАТЦЕВ (TAGETES Z.) И ИХ НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

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

В 1960 г. на Римском симпозиуме по гигиене принята новая классификация пищевых красителей, которые разделены на 3 группы в зависимости от их влияния на человеческий организм: 1-ая группа — опасные красители (канцерогенные); 2-ая — потенциально опасные; 3-я — безвредные. К группе вредных для здоровья человека красителей были отнесены и пищевые — нафтол желтый, судан III желтый и др. синтетические красители. Поэтому за последние годы во многих странах мира и в Советском Союзе неуклонно сокращается применение синтетических красителей в пищевой промышленности [1]. Главная санитарная инспекция СССР запретила для использования в этих целях красители нафтоловый желтый и судан III желтый [2].

Министерство здравоохранения СССР, основываясь на данных лаборатории канцерогенов Института питания АМН СССР, запретило с 1 января 1967 г. использование желтой краски тартразин в пищевой промышленности.

Таким образом, исследования в области токсикологии синтетических красителей и выявление среди них вредных или потенциально опасных для человеческого организма позволяют сделать вывод о необходимости ограничения их использования, тем более, что синтетические красители не имеют пищевой ценности и являются типичными представителями посторонних добавок в продукты питания. Натуральные красящие вещества, как правило, принадлежат к числу естественных пищевых компонентов, употребляемых человеком. Безвредность большинства из них не вызывает сомнений, так как адаптация человеческого организма к естественным природным веществам совершалась в ходе эволюции.

Натуральные пищевые красители содержат в своем составе, кроме красящих пигментов, и другие полезные биологически активные компоненты: витамины, белки, гликозиды, органические кислоты, ароматические вещества, микроэлементы и др.

Поэтому использование их для окрашивания продуктов питания позволяет не только улучшить внешний вид, но и повысить пищевую ценность продуктов. Кроме того, растительные красители замедляют процесс их окисления.

В СССР насчитывается около 15 наименований натуральных пищевых красителей, разрешенных органами здравоохранения, к применению

для окрашивания продуктов питания. Но практически используются пока немногие [3].

Основные красители используются в настоящее время в жировой промышленности. Для окрашивания маргарина и сливочного масла используются «аннато» (*Bixa orellana* L.), импортируемое из Южной Америки, и каротин моркови и тыквы.

По ориентировочной оценке, в 1980 г. потребность СССР в натуральных красителях желтого цвета составляла около 330 т, в нашей республике — 3 т в год. Тем не менее, их выработка в целом весьма ограничена как в масштабах, так и в ассортименте, и нужды пищевой промышленности удовлетворяются главным образом за счет синтетических красителей. Однако соображения гигиенического порядка заставляют все больше ориентироваться на применение природных красителей. В связи с этим Министерством пищевой промышленности Азербайджанской ССР была поставлена задача перед Институтом ботаники АН Азербайджанской ССР отыскать желтые красители, пригодные для подкраски пищевых продуктов, взамен синтетических красителей (нафтоловый желтый и судан III желтый), импортного «аннато», а также красителей из моркови, тыквы и томатов.

С этой целью исследованию были подвергнуты растения, обладавшие желтой или оранжевой окраской цветков и достаточно широко распространенные в дикой и культурной флоре Азербайджана. Из таких растений были взяты следующие: зверобой — *Hypericum* L. — цветки; горюцвет — *Adonis* z; тронлис *Trollius* L.; красоднев — *Heimerocallis* L.; девясил — *Inula* L.; крестовник — *Senecio* L.; бархатцы — *Tagetes* L.; сафлор — *Carthamus* L.; головчатка — *Cephalaria*; золотарник — *Solidago* L.; бессмертник — *Helichrysum* и др.

В связи с тем, что желтый пигмент растительного происхождения, который подыскивался для замены импортного природного красителя «аннато», «нафтола желтого», «судана III желтого» и др. синтетических красителей должен был обладать чистым золотисто-желтым или оранжево-желтым оттенком, некоторые из перечисленных выше видов были сразу же забракованы, так как красящее вещество, добытое из цветков, в одних случаях обладало весьма нежелательным зеленоватым оттенком, в других имело иные свойства, не позволившие считать его пригодным для дальнейшего исследования.

Наиболее ценными, подходящими по цветовым оттенкам оказались бархатцы (*Tagetes* L.), экстракт цветков которых (на бумажных пробах) обладал хорошей ярко-желтой окраской, не имел посторонних запахов, не содержал горечи и не изменялся с течением времени под влиянием света. Поэтому нами была поставлена задача использовать ярко-желтые и ярко-оранжевые цветки бархатцев для получения пищевого красителя.

Пигменты бархатцев принадлежат к группе каротиноидов: гелениум, ликопин, рубиксантин, рубихром, α-каротин, β-каротин и др.

Известно, что основным требованием, предъявляемым к пищевым красителям, является их безвредность для человека. Проведенными республиканской санэпидемстанцией Минздрава Азербайджанской ССР фармакологическими исследованиями установлено отсутствие токсичности у красителя бархатцев и разрешено применение указанного красителя для окрашивания пищевых продуктов (письмо № 03/2940 от 13. II. 1978 г.). Предварительные биологические исследования проводились также в лаборатории экспериментальной фармакологии отдела фи-

зиологически активных и радиоактивных веществ, Института физиологии им. А. И. Караева АН Азербайджанской ССР. Токсичность красителя была испытана в Институте питания АМН СССР (письмо № 72—08/1428 от 26. IX 1978 г.). На основании вышесказанного Главной Государственной инспекцией Советского Союза разрешено применение этого красителя в производстве пищевой и жировой промышленности.

Апробация красителей проводилась во Всесоюзном научно-исследовательском институте жиров в г. Ленинграде на Ленинградском жировом комбинате, во ВНИИ кондитерской промышленности г. Москва на карамельной, бисквитной фабриках г. Баку. Центральная Дегустационная комиссия Минпищепрома Азерб. ССР (письмо № 14 VII 1978 г.) дала отличную оценку красителю, полученному из цветков бархатцев. Полученная красящая паста из цветков бархатцев дает возможность успешно заменить синтетические красители (нафтоловый желтый, судан II желтый, тартразин), которые применялись в свое время для кондитерских и карамельных изделий и были запрещены Наркомздравом СССР. Указанная красящая паста является полноценным заменителем желтого натурального красителя «аннато», который ввозится в СССР из-за рубежа, а также отечественного, получаемого из моркови, тыквы и томатов. Руководство Бакинской бисквитной фабрики рекомендовало дирекции Института ботаники АН Азерб. ССР приготовление определенного количества указанной пасты для применения на производстве, а также начать разработку технических условий (письмо № 06—1/125 от 17. I 1980 г.).

Бархатцы обладают своеобразным сильным пряным запахом, благодаря чему некоторые их виды уже давно являются источником получения ценных эфирных масел [4], которые находят применение в парфюмерно-косметической промышленности, мыловарении, для приготовления кондитерских изделий и даже в качестве пряности [5]. Грузинская кухня использует соцветия и листья бархатцев в качестве ароматической приправы и как источник витаминов А, С, В₁, В₂.

С целью получения эфирного масла бархатцы выращивают в Франции и в Индии [6].

Как перспективные эфиромасличные культуры различные виды бархатцев изучались и у нас в стране [7] и за рубежом [8].

В объединении «Бакпиво» проводилось испытание образцов безалкогольных напитков с эфирным маслом, полученным нами из бархатцев, которое дало очень нежный и приятный аромат. Расход эфирного масла на 2000 бут. (0,5 л) напитка по ориентировочным данным составляет 40 мл. Данное эфирное масло может быть успешно использовано как ароматизирующее вещество для безалкогольных напитков (письмо № 11—3/2013 от 24. XII 1980).

Бархатцы широко используются в качестве декоративных растений [9]. Декоративное значение имеют лишь 3 вида и их различные сорта бархатцы прямостоячие (*T. erecta* L.), б. раскидистые (*T. patula* L.) и б. узколистные (*T. tenuifolia* var. — *T. signata* Bartl), родиной которых является Мексика [10]. В настоящее время известно около 40 сортов *T. erecta* и *T. patula*, распространенных по всему земному шару [11].

К сожалению, богатые возможности этих интересных, невзыскательных растений используются далеко неполностью. Между тем известно, что они с большим эффектом могут быть применены как лекарственные эфиромасличные и красильные растения.

В настоящее время для окрашивания пищевых продуктов используются морковь, томаты, тыква, хурма и др. ценные фрукты и овощи. Это

экономически не выгодно. Необходимо пищевые краски получать из легко выращиваемых в культуре однолетних растений. К числу таких ценных растений относятся бархатцы. Красящая паста, полученная из цветков бархатцев, содержит ценные биологически активные вещества, которые одновременно и окрашивают и витаминизируют пищевые продукты [18].

В связи с этим мы поставили перед собой следующие задачи: разработать агротехнику выращивания бархатцев в условиях Апшерона и Нахичеванской АССР, определить содержание красящих веществ в соцветиях бархатцев, их красящие способности и цвет, который они придают окрашиваемым пищевым продуктам.

Поэтому все исследуемые сорта прежде всего рассматривались с этой точки зрения. В условиях Апшерона и Нахичеванской АССР бархатцы впервые изучались нами в 1976—1980 гг.

Из 8 сортов перспективными для дальнейших исследований оказались 4- *Tagetes patula* и 3- *T. erecta*, изучавшиеся в течение 1978—1980 гг. *Tagetes erecta* L.—“Orangeprinz”, “Colddollar”, “Celinea Gold”, “Jullxonne”, а *T. patula* L.—“Orangel Iamnu”, “Harmony”, “Liliput”. Анализу на содержание красящих веществ подвергались 4 сорта бархатцев, остальные были исключены по каким-либо причинам (очень мелкие корзинки, соцветия серо-желтых тонов и др.).

Род бархатцев (*Tagetes* L.) относится к семейству сложноцветных и включает около 26—30 видов однолетних травянистых растений, родиной которых является Америка, где они произрастают от штата Аризона в США на севере до Аргентины на юге [12]. Как заносные растения, они распространены в диком виде в Южной Африке и Австралии [13], а в СССР — в Грузии и Армении [14].

Tagetes — бархатцы очень распространенные, неприхотливые, быстро-растущие, светолюбивые и теплолюбивые однолетки. Предпочитают солнечное местоположение, но переносят и полутень. К почве и уходу не требовательны. Плохо переносят весенние и осенние заморозки. Лучшими для них являются рыхлые и плодородные почвы. Куст компактный или раскидистый, с явно выраженным главным побегом или несколькими одиноково развитыми боковыми побегами. Листья простые, непарноперисто-рассеченные, соцветия — корзинки желтой, оранжевой; бурокрасной и коричнево-бурой окраски. Цветут с конца мая до заморозков. Всею растению свойствен специфический запах. Корневая система хорошо разветвленная, мочковатая, мощная. Растения хорошо переносят пересадку в любой фазе роста. Плод — семянка, сильно сплюснутая, продолговато-линейная или узкоклиновидная с мелкобрыстой поверхностью. Окраска семян черная или черно-коричневая; на нижнем конце желтоватая или почти белая.

Согласно литературным данным [15] темпы роста проростков в лабораторных условиях у них примерно одинаковы. Так, в 1-й или 2-й день опыта появляется корешок, на следующий день — семядоли. В последующие дни семядоли расходятся, корешок удлиняется и на 6-й день после прорастания корешок имеет длину 4,5—5 см, на нем начинают появляться боковые корешки. На 10—12-й день, т. е. ко времени появления настоящих листьев (в лабораторных условиях) главный корень, как правило, отмирает и развивается большое количество боковых и придаточных корней; корневая система становится мочковатой. В полевых условиях в несколько более короткие сроки происходит замена главного корня боковыми, и к моменту выноса семядолей на поверхность корневая си-

стема делается мочковатой. Сроки прохождения фаз вегетации полностью зависят от погодных условий. По литературным данным [16] появление всходов после посева происходит на 5—6-й день. Однако это может осуществиться лишь при чрезвычайно благоприятных погодных условиях. На Апшероне и в Нахичеванской АССР всходы появлялись на 8—10-й (12) день. От начала всходов до появления настоящих листьев проходит 10—15 дней.

Выращивают бархатцы после хорошо удобренных навозом предшественников. Осенью проводится лущение почвы, а когда прорастут сорняки — глубокая зяблевая вспашка. Под вспашку рекомендуется внести 30—40 т навоза, 3,5—4,0 ц суперфосфата, 1,5—2,0 ц калийной соли и 2,0—2,5 ц сульфата аммония на гектар.

Весной проводятся боронование и двукратная культивация в агрегате с боронами. Под первую культивацию необходимо внести 1,5—2,0 ц/г аммиачной селитры. При образовании 2—3 листьев необходима первая культивация. Когда растение достигает 15—20 см высоты, производят разрезку. При образовании на растении 5—6 листочков необходимо провести подкормки (на каждый гектар 100—150 кг/га аммиачной селитры). Для того, чтобы получить высокий урожай, надо время от времени, помимо снабжения растения минеральными и органическими удобрениями, проводить и соблюдать режим полива. Бархатцы выращиваются и без полива, но урожайность в этом случае намного ниже. Поэтому поливать бархатцы нужно в мае 3—4 раза, в июне-августе — 4—5 раз, в сентябре — 1—2 раза. Второй причиной получения высокого урожая является стрижка растения (когда оно достигает 35—40 см высоты), в результате чего образуется много боковых ветвей [17].

Размножаются бархатцы посевом семян непосредственно в грунт или рассадой, предварительно выращенной в холодных парниках или под пленкой. Семена высевают (когда минует опасность заморозков) широкорядным способом на глубину 2—2,5 см по схеме 70 × 30 или 70 × 40 см. Почву перед посевом прокатывают. Вместе с семенами вносят минеральные удобрения. Цветение начинается через 60—75 дней после появления всходов и продолжается до первых осенних заморозков.

Впервые нами было установлено, что если соблюдать агротехнические правила, то в течение года с каждого куста можно собрать урожай 9—10 раз. При исследовании нами установлено, что на хорошо ухоженном и нормально развитом кусте бархатцев образуется 350—400 цветков. Вес каждого цветка 0,8—0,9 (2—2,5) г от сырого веса. Таким образом, с одного куста можно собрать 2500—2700 г, или 6000—6300 г сырого веса, цветков. На 1 га — 45000—47000 кустов, а с каждого гектара можно собрать 4,5—5, (6,0) т цветков, т. е. 30—36 кг каротиноида.

Сбор цветков производится в период полного цветения вручную, так как механизация этого процесса тормозит цветение, т. е. одновременно в кусте бархатцев могут быть бутоны, цветки и спелые семена. Дневная норма сбора сырых цветков на человека составляет 20—25 кг.

По результатам биометрических измерений сорта бархатцев характеризуются высоким урожаем надземной массы. Средний вес одного растения в 1978 г. был равен 850 г, в 1979 г. — 940 г., в 1980 г. — 1560 г. Биологический урожай зеленой массы в пересчете на гектар соответственно составляет 400—650 ц. Значительный сбор эфирного масла, представляющего интерес для парфюмерно-косметической и пищевой промышленности, составляет 85—100 кг.

Семянки растения собирают, когда происходит полное созревание коробочки, т. е. в октябре-ноябре. Если вовремя не собрать созревшие коробочки, то при слабом дуновении ветра они осыпаются. Нами также установлено, что с каждого гектара можно собрать 2—2,5 ц семян.

Бархатцы хорошо поедаются животными. Учитывая ценные качества бархатцев (красильные, эфиромасличные, кормовые, декоративные), предлагаем широкое культивирование их на территории республики.

Литература

1. Владимиров Б. Д. „Вопросы питания“, XVII, 1958, 2. Шнайман Л. О. Кушинская И. Н., Афанасьева В. С. В сб.: „Производство и использование витаминов, антибиотиков и биологически активных веществ“. Краснодар, 1965. 3. Космачева М. Ф., Гончаренко С. А. Красные красители для кондитерских изделий. Кишинев, Молд. НИИТИ, 1971. 4. Jones T. G., Smith F. V. I. Chem. Soc., 1925, 127, p. 2530. 5. Кекелидзе Н. А., Прундзе В. Г., Дембицкий А. Д. Актуальные проблемы изучения эфиромасличных растений и эфирных масел. Кишинев, РИО АН МССР, 1970, с. 135. 6. Кустова С. Д. Справочник по эфирным маслам. М., Пищепромиздат, 1978. 7. Boehm E. E., Thaller V., Whiting M. C. J. Chem. Soc., 1963, p. 2135. 8. Капелев И. Г. Растительные ресурсы. 1971. Бюлл. Гос. Никитского ботсада, 1973, вып. 2. 9. Nigam M. C., Datta S. C. Parfum. and Cosmetic, 1976, 57, p. 219. 10. Rios T., Flores M. Rev. Latinoamer. Quim., 1976, 7, p. 33. 11. Maatsch E. Gliederung der Sortimente von Tagetes erecta L. und T. patula L. Kulturpflanze, 3, 1962. 12. Vilmorin R. Roses d'Inde Nouvelles, Rev. hortlc. noew ser., 30, 6, 1946. 8. Rios T., Flores M. Rev. Latinoamer. Quim., 1976, , p. 219. 14. Кустова С. Д. Справочник по эфирным маслам. М., Пищепромиздат, 1978. 15. Медведева Л. И. Некоторые биологические особенности бархатцев при выращивании их в условиях Ленинграда и Ленинградской области. Тр. сер. у Растит. сырье, вып. 16., 1972. 16. Вакуленко Б. В., Алейникова Т. М. Однолетние цветочные культуры. М., 1961. 17. Касумов М. А., Сабахюлю Научн. метод. „Природа“ 1979 (на азерб. яз.). 18. Керимов Ю. Б., Касумов М. А. „Способ получения препарата каротиноидов“ из бархатцев. Авторские свидетельства № 876686, 1981. М.

Институт ботаники

Поступило 7. V. 1981

М. Э. Гасымов

САБАХКУЛУ БИТКИСИННИ БИР НЕЧЭ БИОЛОЖИ ХУСУСИЈЭТЛЭРИ ВЭ ОНЛАРЫН ХАЛГ ТЭСЭРРУФАТЫНДА ЭНЭМИЈЭТИ

Мәгаләдә сабахкүлү чинсинни гыса ботаники тәсвириндән, бојаг вә эфир биткиси кими энәмијјәтиндән, әкилиб бечәрилмә хусусијјәтләриндән бәһс олунар.

М. А. Касумов

SOME BIOLOGICAL PECULIARITIES OF MARIGOLDS (TAGETES L.) AND THEIR NATIONAL-ECONOMIC IMPORTANCE

A brief botanical characteristic distribution of dyeing property as well as cultivation of marigolds in the republic are given in this article.

УДК 591.484.697.7

МЕДИЦИНА

П. С. МЕЛИК-АСЛАНОВА, С. А. БАДАЛОВ, С. М. МАГОМЕДОВА, З. А. АЛИЕВА

УЛЬТРАСТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ФЕРМЕНТОВ ГРУППЫ ФОСФОГИДРОЛАЗ В КЛЕТКАХ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОЙ МЕЛАНОМЫ СОСУДИСТОГО ТРАКТА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Г. Г. Гасановым)

Увеальные меланомы характеризуются вариабельностью их гистологических структур. Считают, что опухоли, содержащие эпителиоидные клетки, клинически отличаются большей злокачественностью, чем опухоли веретенноклеточного строения.

Зависимость клинического течения меланом сосудистого тракта от их морфологического строения побудило нас провести настоящее исследование с тем, чтобы расширить наши представления об ультраструктурной организации различных гистологических форм клетки, составляющих меланомы, а также дать функциональную характеристику самой злокачественной клетки методом электронной гистохимии.

В литературе, касающейся ультраструктурного состояния клеток меланом увеального тракта, нет определенных данных, указывающих на различие между веретенноклеточными и эпителиоидными клетками. Ряд авторов (Kroll, Kuwabara, Jwamoto, Egelberg и др.) указывает на наличие особых различий между веретенновидными и эпителиоидными клетками. Другие (Hergmann, Кеид, 1972) пришли к противоположным выводам. Весьма разноречивы данные следуют из работ японских авторов по электронномикроскопическому исследованию злокачественных меланом (Suguki, Takagi).

Определенное значение в установлении степени анаплазии клеток меланобластом имеет электронногистологический метод исследования, который наряду с представлением об электронноморфологической организации, может дать и функциональную характеристику злокачественной клетки.

Работ, посвященных изучению злокачественных меланом в свете электронногистологического профиля, ни в отечественной, ни в иностранной мы не встречали. В связи с этим было произведено сравнительное электронноморфологическое исследование строения опухолевых клеток увеальных меланом различной гистоструктуры.

Полученные при биопсии кусочки тканей нелеченных больных со злокачественной меланомой увеи фиксировали в 4%-ном параформальдегиде (по Кариновскому) 1 час с последующей промывкой в 0,25 м сахарозе в 3 сменах по 10, 20 и 90 мин. (можно оставить на ночь на холоду). Далее кусочки замораживались и приготавливались срезы толщиной в 60 микрон на криостате. После промывки в 0,25 м сахарозе срезы инкубировали в термостате при температуре 37° в течение 40 мин., в среде для

выявления АТФ-азы. После инкубации срезы промывались в 0,25 м сахарозе и дофиксировывались в 1%-ном осмиевом фиксаторе на фосфатном буфере, затем дегидрировали в спиртах, ацетоне, заключали в эпоноаралдит. Блоки резали на ультрамикротоме ЛКВ, срезы просматривались на электронном микроскопе JEM-100. Контроль специфичности гистохимической реакции на АТФ-азу заключался в инкубации срезов в среде без субстрата с добавлением в нее ингибитора—0,01 м фторида натрия и с заменой АТФ на глицерофосфат и АМФ в эквимольных количествах.

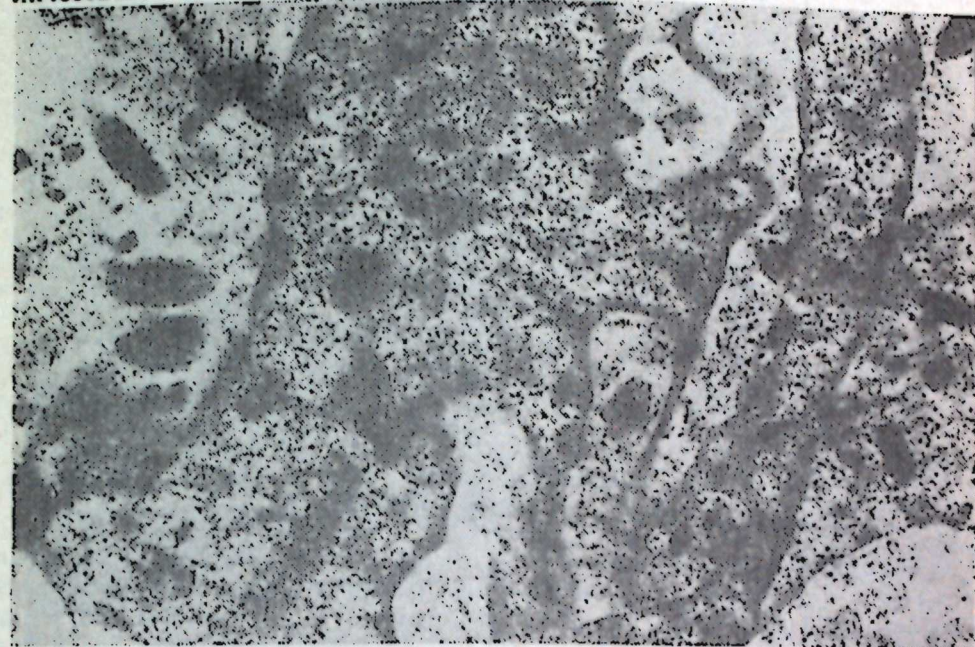


Рис. 1. Глубокие инвагинированные отростки ядра опухолевой клетки. ×180000

Настоящая работа основана на изучении 9 случаев увеальных меланом из свежезукулированных глаз взрослых людей.

Из 9 исследований 2 исходили из цилиарного тела, одна из радужки и остальные относились к собственно сосудистой оболочке.

При обычной микроскопии эти опухоли классифицировались как веретенноклеточные, эпителиоидные и смешанного типа. В большинстве опухолей (7) преобладали эпителиоподобные клетки незначительно варьирующие в размерах и форме. Среди них встречались гнезда и отдельные группы более крупных клеток. Пигментные гранулы обнаруживались часто.

Для электронномикроскопических исследований были включены только опухоли веретенноклеточного и эпителиоидного строения. Смешанный тип опухоли ввиду широкого диапазона цитоплазматических изменений отдельных клеточных структур в исследовании не был включен. Данные электронномикроскопических исследований опухолевых клеток пигментных новообразований увеального тракта свидетельствуют о существовании определенной зависимости между выявленными ультраструктурными признаками, принадлежностью их к тому или иному гистологическому типу и степени злокачественности опухолевой ткани. При светоптическом исследовании опухоль веретенноклеточного типа выглядела в

виде беспорядочно вытянутых клеток, переплетенных пучками поперечного и косо направленного. Электронная микроскопия обнаруживала опухолевые клетки овальной или округлой формы, то плотно, то рыхло прилегающие друг к другу. Ядра большие, относительно правильной формы. В местах наибольшей анаплазии просматриваются глубокие, инвагинированные пальцевидными отростками ядра (рис. 1). Хроматин ядра распределен в виде глыбок с тенденцией расположения их по периферии ядра (рис. 2). Ядрышко в основном компактное. Цитоплазматические мембраны между клетками хорошо контурируются. Десмосомы

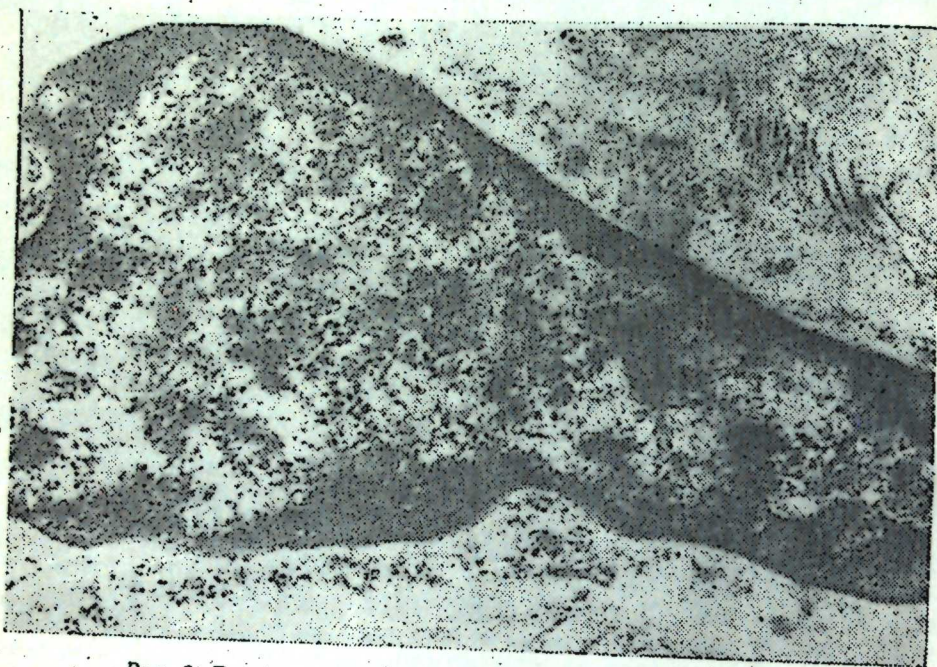


Рис. 2. Распределение хроматина ядра по периферии. $\times 22000$.

ясно просматриваются вблизи многих клеток мембраны эндоплазматического ретикулума и цитоплазмы содержат обилие свободных неупорядоченных рибосом. Митохондрии содержатся в умеренном количестве, часто овальной или удлинённой формы и группируются компактно. Часть их набухшая, с просветленным матриксом. Комплекс Гольджи небольшой, в цитоплазме видны крупные вакуоли (рис. 3). В цитоплазме опухолевых клеток обнаруживаются обрывки гладкомышечных волокон и пучки фибрилл. Такая находка подтверждает данные Susuki, Takao, Verin, Gendge и др., которые впервые в цитоплазме клеток злокачественных меланом сосудистого тракта обнаружили гладкомышечные волокна. Это указывает на возможность их мышечного происхождения. Следовательно, ультраструктурные особенности опухолевых клеток меланом могут помочь в установлении генеза опухоли. В цитоплазме просматриваются диффузно-рассеянные меланосомы различной формы, величины и зрелости. В клетках, довольно богатых клеточными органеллами, обнаруживается много зерен меланосом. В этих меланосомах почти полностью отсутствует фибриллярность строения и они полностью заполнены темными гранулами пигмента.

В клетках опухоли веретеноклеточного строения АТФ-ная активность подвергается определенной структурно-функциональной перестройке. АТФ-аза является одним из многих ферментов клеток. Она расщеп-

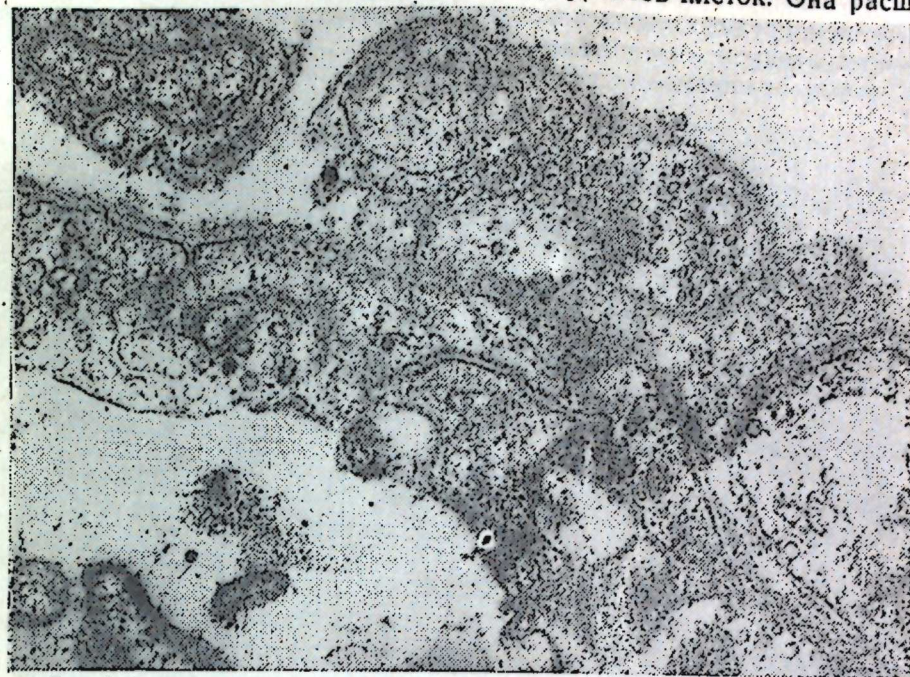


Рис. 3. Вакуоли в цитоплазме клеток. Здесь же видны десмосомы. $\times 40000$.

ляет аденозинтрифосфорную кислоту и тем самым освобождает энергетическое вещество, способствуя проявлению жизнедеятельности любой клетки. Источником энергии для синтеза и секреции сложных соединений в клетке является энергия, освобождающаяся при расщеплении АТФ. Молекулы ферментов, как правило, расположены на внутренних структурах мембран митохондрий и эндоплазматической сети.

В опухолевых клетках веретеноклеточного строения выявляется своеобразное сочетание в ней различных изменений АТФ-азы в цитоплазматических мембранах. В описываемых клетках шло перераспределение ее по ходу мембран. Встречались клетки с высокой активностью АТФ-азы в цитоплазме. Гистохимическая реакция обнаруживалась в перинуклеарном пространстве и резко локализовалась в ядерных мембранах. Слабая реакция выявлялась в митохондриях, на мембранах внутриклеточных канальцев. Умеренная реакция выявлялась как на наружной, так и на внутренней стороне мембран митохондрий и на мембранах, образующих межклеточные промежутки. В более аптических формах клеток АТФ-аза в цитоплазме и мембранах почти не выявляется или обнаруживается с трудом.

Проведенное электронногистохимическое исследование нормальных клеток сосудистой оболочки на АТФ-азу помогло выявить ее в большом количестве в митохондриях ядрышках на плазмолемме, на мембранах эндоплазматического ретикулума. Преобладала АТФ-аза в митохондриях поверхности клеток. Сравнительный анализ результатов исследования показал, что в опухолевых клетках с ультраструктурными признаками веретеноклеточного строения АТФ-аза имела тенденцию к понижению исследуемого субстрата.

Результаты контрольных исследований были отрицательными, что подтверждает специфичность на АТФ-азу. Эпителиоидноклеточная меланома морфологически характеризуется обилием крупных полигональных или округлых клеток с довольно широким ободком цитоплазмы, встречаются многоядерные и гигантские формы клеток.

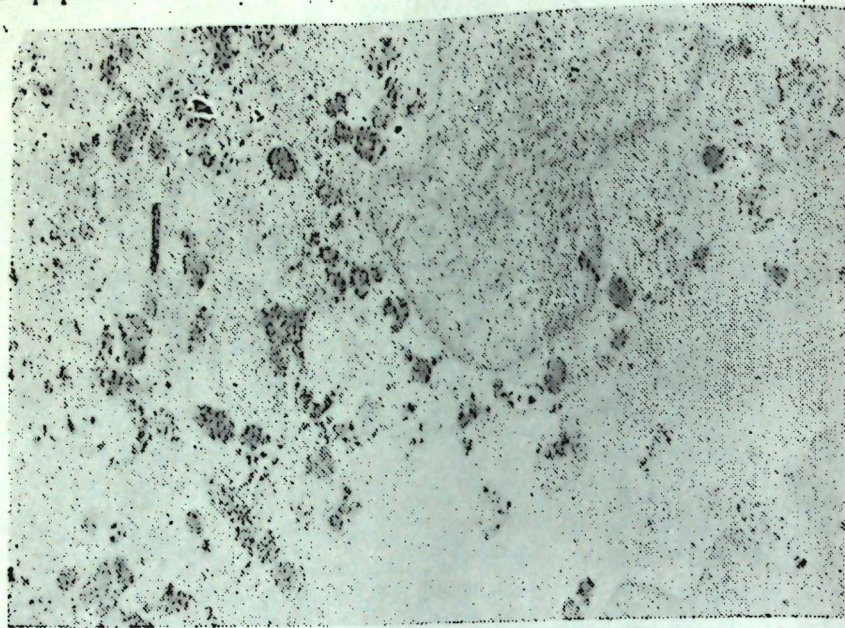


Рис. 4. Реакция на АТФ-азу. Видна умеренная реакция в перинуклеарном пространстве и на мембранах межклеточных промежутков. $\times 7000$.

Изучение ультраструктуры показало дедифференцировку опухолевых клеток, охватывающую всю ее организацию. При этом ядро принимает самые причудливые формы с единичными, множественными пальцевидными выступами. Ядрышко большого размера с очагами просветления. Ядерная мембрана разрушена. Цитоплазма многих сохранившихся клеток ультраструктуры не содержит. Видны расширенные цистерны гранулярного эндоплазматического ретикулула. Рибосом много, но, в отличие от веретеноклеточных опухолей, они присутствуют как в виде свободных частиц, так и прикрепленных к двойным мембранам (рис. 4). Впечатляющим является обилие митохондрий. Они атипичные, удлиненной изогнутой формы. Матрикс электроннопрозрачен. Кристы редуцированы и расположены хаотически. Присутствует много липоподобных включений. В большой части клеток цитоплазматическая мембрана фрагментирована и лизирована, и здесь выявляются коллагеновые фибриллы и обрывки гладкомышечных волокон. Десмосомы не выявляются.

В ультраструктурно бедной цитоплазме опухолевых клеток обнаружено обилие меланиновых гранул (меланосом) в различной стадии их формирования. Здесь электронноплотных меланосом, как правило, мало, и располагаются они по всей цитоплазме, иногда складываются на одном из ее полюсов.

Следовательно, электронная микроскопия злокачественных меланом сосудистого тракта выявляет ультраструктурные различия между

веретено- и эпителиоидноклеточной опухолью. Более недифференцированная опухолевая клетка имеет обилие рибосом и атипичные митохондрии и содержит мало электронноплотных меланосом, лишена десмосом. Поскольку рибосомы выполняют важную функцию синтеза белка, можно предположить, что высокое содержание их в низкодифференцированных опухолях позволяет высказать предположение об ускоренном синтезе и делении клетки.

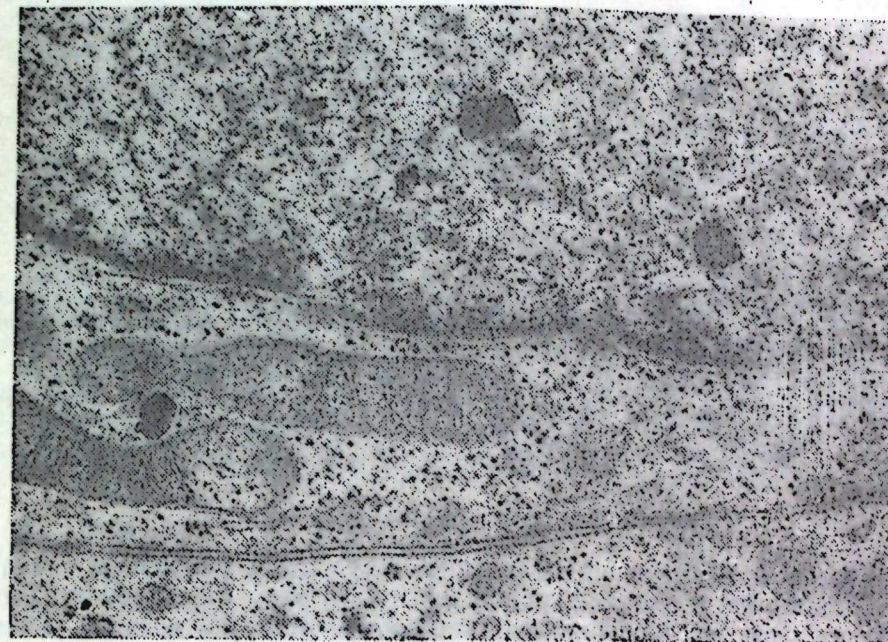


Рис. 5. Обилие рибосом в цитоплазме клеток. Здесь же видны митохондрии с просветленным матриксом. $\times 30000$.

Ферментативная реакция опухолевых клеток эпителиоидного строения выявляет неравномерное снижение активности АТФ-азы (рис. 5). Шло перераспределение ее локализации в различных участках по ходу мембран. В более атипичных формах клеток АТФ-азы в цитоплазме и в мембранах не выявляется или определяется с трудом. АТФ-аза отсутствует особенно в тех местах, где пространство между соседними клетками расширено. В большинстве случаев активность АТФ-азы не выявляется, а если обнаруживается, то в виде беспорядочно разбросанных мелких гранул.

Не удается проследить связи с мембранами и цистернами эндоплазматического ретикулула. В ядрах и в перинуклеарном пространстве активность АТФ-азы значительно ниже, чем при веретеноклеточной меланоме.

Микроворсинки клеточных мембран также отличаются от веретеноклеточных опухолей. Активность АТФ-азы в них выражена крайне слабо или отсутствует. Иногда активность фермента обнаруживается с наружной стороны, преимущественно в мелких микроворсинках (рис. 6). В митохондриях АТФ-аза полностью исчезает т. е. в них нарушается синтез аденозинфосфорной кислоты.

Следовательно, легко выявляемая в нормальной клетке АТФ-аза варьирует в опухолевых клетках веретенноклеточной формы и исчезает в эпителиоидноклеточной структуре. Все это указывает на определенную связь биологических свойств опухолевых клеток с АТФ-ной активностью

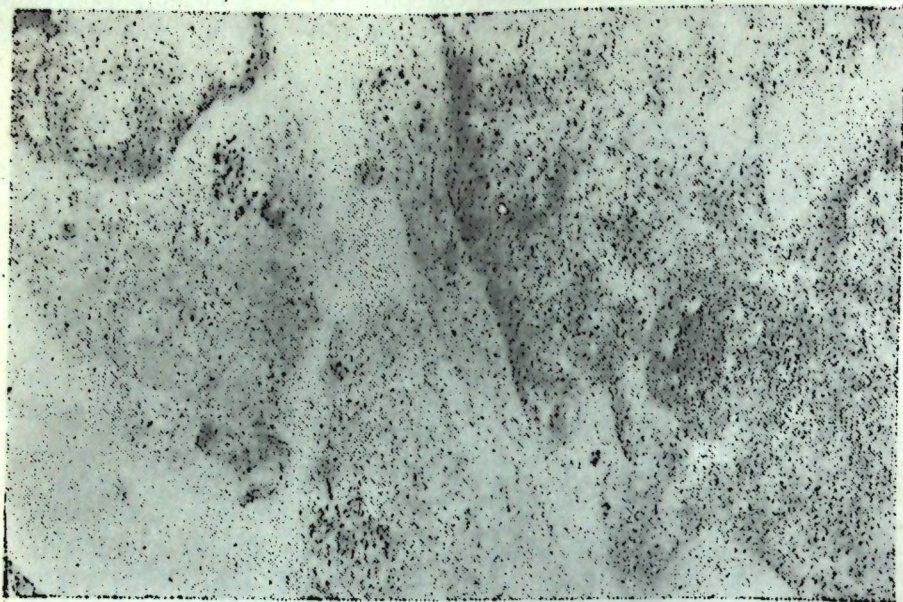


Рис. 6. Слабая реакция на АТФ-зу. $\times 25000$.

их поверхности. Изменения в характере извлечения энергии на поверхности клетки могут быть причиной или следствием перестройки функциональных взаимоотношений субклеточных структур и лежат в основе многих проявлений свойств злокачественности роста.

Таким образом, полученные результаты электронно-гистохимического исследования дают возможность выявить различия ферментативной активности клеточных элементов меланобластом. Анализ свойств исследованных опухолей показал, что более высокой ферментативной активностью обладают опухоли типа веретенноклеточной структуры. Это дает основание признать определенную роль обнаруженных изменений в проявлении биологических свойств опухолей увеального тракта.

Литература

1. Egelberg J., Jenec O. A. A comparison of light microscopical and ultrastructural morphology. Acta pathol. et microbiolog. Scand., 1972, A—80, 519—538.
2. Herrmann. A. von Orasies Arch. Klin. und exp. Ophthalmol., 1972, 185, 4, 355.
3. Kroll A. V., Kuwabara T. Arch. Ophthalmol., 1965, 75, 378—386.
4. King. Цитировано по Duke-elder, 1966.
5. Jwamoto T., Jones J. S. Invest. Ophthalmol., 1972, 11, 11.
6. Suzuki H., Takog M. Acta soc. Ophthalm. Jap., 1972, 76, 9, 69—83.

Азербайджанский НИИ офтальмологии

Поступило 17. XII 1981

П. С. Меликасланова, З. А. Әлијева, С. А. Бәдәлов, С. И. Мәһәммәдова ДАМАРЛЫ ТРАКТЫН БӘДХАССӘЛИ МЕЛАНОМАСЫНЫН ХҮЧЕЈРӘЛӘРИНДӘ ФОСФОГИДРОЛАЗ ГРУПУ ФЕРМЕНТЛӘРИНИН УЛТРАСТРУКТУР ХАРАКТЕРИСТИКАСЫ ВӘ ФӘАЛЛЫҒЫ

Электронлу гистохимияви мұайналарини нәтижеси меланобластомаларини хучејрәви элементларини ферментатив фәаллығында олан фәрги ашкар етмәје имкан јарадыр. Мұайна олунаи шишларини хусусијјәтларини анализи кәстәрир ки, әјрәмчәквари хучејрәли шишлар эпителиоид хучејрәли шишларә нисбәтән даһа јүксәк ферментатив фәаллығы маликдирләр. Бу исә мұәјјән едилмиш дәјишикликларини меланомлу хучејрәләрини әсәс јарадыр, һәм дә увеал трактын шишларини дифференциал диагностикасында ма- рағлы үсулдур.

P. S. Melik-Aslanova, S. A. Badalov, S. M. Magomedova, Z. A. Alléva

ULTRASTRUCTURAL CHARACTERISTICS AND FERMENTATIVE ACTIVITY OF THE PHOSPHOHYDROLASE GROUP IN THE PERNICIOUS MELANOME CELLS OF THE EYE VASCULAR TRACT

Electrohistochemical studies results allow us to see the differences in fermentative activity of the melanoblastoma cellular elements. Analysis of the properties of the tumours studied shows that tumours of the fusiform cellular structure type are of less fermentative activity than the epithelial cellular ones.

It results in admission of a certain role of changes discovered in displaying the biological properties of a melanocarcinoma cell, and this is also a tempting method in the ureal tract tumour differential diagnostics.

ЛИТЕРАТУРА

Р. РУСТАМОВА

О НЕКОТОРЫХ ФИГУРАХ АРАБО-ПЕРСИДСКОЙ ПОЭТИКИ
КАСЫДЕ ПЕРСОЯЗЫЧНОГО ПОЭТА XII В. ФАЛАКИ ШИРВАНИ

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

Абу-н-Низам Наджм ад-Дин Мухаммад Фалаки Ширвани (1107—1147?), уроженец Ширвана, был придворным поэтом Ширваншаха Минучихра III ибн Афридуна (1120—1160 г.).

Фалаки был прекрасным знатоком астрологии (отсюда и выбор тахаллуса, поскольку «Фалаки» значит небесный), математики, калляграфии и арабского языка. Тот факт, что Фалаки был астрологом и применял в своих касыдах много астрономических и научных терминов, не может быть спорным и подтверждается элегией на смерть поэта, написанной соотечественником и современником Фалаки — Хакани.

По подсчетам видного пакистанского ученого-ориенталиста Хади Хасана, дошедший до нас поэтический диван Фалаки содержит 1197 бейтов¹. Диван же Фалаки, вышедший в Тегеране под редакцией Тахера Шехаба, содержит на сорок бейтов меньше, т. е. 1157 бейтов². В диван Фалаки под редакцией Тахера Шехаба входят: 22 касыды, 3 таркиббанда, 10 газелей, 10 рубан, 8 отрывков и четверостиший, одно стихотворение в форме «хабсийе».

Как известно творчество Фалаки принадлежит к иракскому стилю персоязычной литературы. Этот стиль характеризуется усложненностью изобразительных средств, обилием поэтических фигур и трудных для восприятия тропов. Цель нашего сообщения — показать, как использовал Фалаки некоторые фигуры арабо-персидской поэтики. Остановимся в частности на фигуре лафф-у нашр.

«رخ وزلف و لب و چشم خط و خال توای دلبر
 زمن بردند لهو و هوش و صبر و عیش و خواب و خور
 مراهت از غم و تيمار و درد و داغ هجرانت
 بكف بادوبر خاک و بچشم آب و بدل آذر»³

«И щеки, и локоны, и губы, и глаза, и пушок, и родинки твои, о похитительница сердца.

Похитили у меня веселье, разум, терпение, наслаждение; сон и пищу. От горя, печали и скорби из-за разлуки с тобой.

В руках у меня ветер на голове прах, в глазах вода, а в сердце огонь». Вся касыда построена на применении фигуры лафф-у нашр (до-

¹ Hadi Hasan. „Divani Falaki Shirvani“, pub. R'AS, London, 1929.

² دیوان حکیم بجم الدین محمد فلکی شروانی طاهر شهاب تهران

³ Диван Тахера Шехаба, стр. 38.

словно свертывание и разворачивание). В первой части стиха (мисра или бейте) стоят подлежащие или сказуемые, а во второй в строгом соответствии с ними — второстепенные члены предложения — определения, дополнения, обстоятельства. Так, в данном случае все аксессуарные «похитительницы сердца» — щеки, локоны, губы, пушок и т. д. — подлежащие расположились в первом мисра бейта, а сказуемое «похитили» и ряд прямых дополнений — во втором мисра.

Джалал-ад-дин Салман ибн Мухаммад Саваджи (1300—1376), прекрасный поэт и тонкий знаток поэтической техники, написал касыду в честь шаха Хасана, основателя династии Джалаиридов (736—757 X). Касыда написана с применением той же фигуры лафф-у нашр и тем же размером хазадж, что и касыда Фалаки.

Приводя этот факт, Хади-Хасан утверждает, что касыда Салмана Саваджи написана как своеобразный ответ назира на стихотворение Фалаки.⁴ Отсюда напрашивается вывод: если столь изысканный поэт, как Салман Саваджи, подражает Фалаки, то Фалаки был своего рода предметом подражания для тех, кто применял эту фигуру в своих стихах.

Е. Э. Бертельс в книге «Низами и Физули», приводя в качестве примера вышеупомянутые бейты Фалаки, пишет: «Возможно, что и Фалаки находился под влиянием хорасанской поэзии. В частности, такое вступление к касыде — прямое подражание стилю сельджукского поэта Му'иззи»⁵.

Итак, мнения разделились: был ли Фалаки, так сказать «первооткрывателем» этой поэтической фигуры или же он подражает Му'иззи или какому-либо другому поэту?

На этот вопрос можно ответить, лишь тщательно проследив и изучив творчество персидских и персоязычных поэтов — современников и предшественников Фалаки.

Единственное, что можно, на наш взгляд, отметить, — это высокое мастерство поэта в области формы и техники, умелое и точное применение таких образов, как ветер, земля, вода, огонь, которые, как известно; составляют четыре первоэлемента материи, согласно античной и средневековой философии.

Образы воды, земли, ветра и огня довольно часто встречаются в персидской поэзии, но в данном случае перед нами тонко и любовно нарисованный лирический герой — печальный и скорбный влюбленный, в руках которого ветер (т. е. ничего нет), на голове прах (по мусульманским обычаям в знак траура голову посыпают пеплом и землей), в глазах вода (т. е. слезы), а в сердце — жаркий огонь любви.

Рассмотрим еще одну фигуру, мастерски примененную Фалаки в своей знаменитой касыде, посвященной Ширваншаху Минучихру III, в которой поэт, оправдываясь перед шахом — «покорителем городов», утверждает, что никогда не был неверен своему господину и не пренебрегал своими обязанностями придворного панегириста.

В этой касыде применена фигура градации так называемая «Сийкат ал-адат». Сущность этой фигуры заключается в том, что постепенно, с каждым бейтом происходит нарастание, нагромождение персонажей и образов, нагнетание поэтического накала. Так, например, поэт пишет:

⁴ Hadi Hasan. Falaki Shirvani—his life, times and works, pub. R'AS, London, 1929, p. 65.

⁵ Е. Э. Бертельс. Низами и Физули, стр. 214.

«قسم بخالق خالقى كىر خاقى كىرد مهيا
قسم برازق رزقى كىر روق كىرد مقسم
بعرض پاك و بد و بر فرهنگان مهرب
بفرش خاک و به مهر پيمهران مادم»⁶

«Клянусь творцом людей, создавшим народы,
Клянусь дарующим удел, который наделил долей людей,
Клянусь пречистым треном, к которому приближены ангелы,
Земным покровом и любовью к прежним пророкам».

Далее Фалаки приводит целый ряд персонажей библейско-коранического происхождения. Упоминаются имена Мухаммеда, Фатимы — дочери Мухаммеда. Евы, Адама, Мусы (Моисея), Исы (Иисуса Христа), Марьям (Марии):

«مهتر مولد زهرا بحق مبعث احمد
بطهر عصمت حواء، بمهر صفوف آدم
به نيکنامى موسى، بحق گر بنى هارون
بيا كزادى عيسى، بيارسائى مريم»⁷

«Клянусь колыбелью Захры (т. е. Фатимы) и днем выступления Мухаммеда с религией,
Чистотой непорочности Евы и любовью к чистоте Адама,
Добрим именем Мусы, истинным выбором Харуна (т. е. брата Мусы),
Чистотой рождения Исы, благочестивостью Марьям».

И далее в градации в качестве поэтических компонентов выступают Кааба, иерусалимская мечеть (третья по значимости мечеть в мусульманском мире), поэт говорит о пророках, посланниках божьих, и отшельниках:

«بذات خالقى بيجون بجان سيد مسرسل
بقدر سجدا قمى، بجاه كعبه اعظم
بمار فان محقق، براهدان موحد
بانبياي مطهر باولياى مكرم»⁸

«Сущностью бога, которому нет равных, душой господина-посланника
Достоинством иерусалимской мечети, величием величайшей Каабы,
Истинными суфиями, аскетами-единобожниками,
Пречистыми пророками, почитаемыми святыми».

Но, пожалуй, самое интересное и довольно редкое явление в оде-панегирике мы встречаем дальше. Как известно, в касыдах суфийских поэтов 11—12 вв., таких как Абдаллах Ансари, Санан, Фарид-ад-дин Аттар, мы встречаем религиозную тематику, например, восемнадцать миров, восемь раев, четыре мазхаба, священные книги, девятое небо и т. д. Поэты без всякой маскировки говорят о суфийском учении или же прибегают к условной образности. Фалаки, продолжая их традиции, использует эти элементы в панегирике посвященном патрону, и далее разворачивает фигуру градации:

«به پنج فرض مقرر بچار و كن مخير
بهشت قصر معمر بهفت نورمقوم»⁹

⁶ Диван, стр. 46

⁷ Диван, стр. 46.

⁸ Диван, стр. 46.

⁹ Диван, стр. 47.

«Клянусь пятью установленными и обязательными религиозными предписаниями¹⁰,
Четырьмя избранными столпами¹¹,
Восьмью благоустроенными дворцами¹² и семью признанными светочами¹³».

Мы показали всего лишь две фигуры, конечно, в диване их значительно больше; поскольку почти каждый бейт представляет собой или отдельную фигуру или часть ее. Своеобразие употребления фигур в творчестве Фалаки состоит в том, что они занимают значительный объем, являясь в какой-то мере большими поэтическими полотнами, иными словами, фигуры в творчестве Фалаки стали определенными чертами его художественного стиля.

Институт Ближнего
и Среднего Востока

Поступило 24. VI 1981

Р. Рустамова

XII ЭСРНИ ФАРСДИЛЛИ ШАИРИ ФЭЛЭКИ ШИРВАНИНИ ГЭСИДЭЛЭРИНДЭ БЭЗИ ЭРЭБ-ФАРС ПОЕТИК ФИГУРЛАРЫ ЫАГГЫНДА

XII эсрдэ јазыб-јаратмыш фарсдилли Азербайчан шаири Фэлэки Ширванини јарадычылыгындан бэһс едэн бу мөгалэдэ шаирин гесидэлэриндэ бэзи эрэб-фарс поетик фигурлары тәһлил едилир.

Мүстәсна һалда ики фигур кестэрилир: ләффү-нәшр (лүғәти тәрчүмәси јығылма вә ачылмадыр) вә дүзәлиш фигуру сјақәт әл-адәт.

Мөгалэдэ јухарыда кестэрилән фигурларын ишләнилмәси илә јазылмыш, Фэлэки Ширванини диванынын ики гесидәси тәдгиг едилир.

XI—XII эср суфи шаирлэринин ән'әнэлэрини давам етдирәрәк, Фэлэки өз хејрхәһы—Ширваншаһ III Мәнучәһрә һәср етдији гесидэлэриндә дини мөвзу элементлэринә вә шәрти сурәтләрә мурачиәт едир.

Ф. Ширвани јарадычылыгында поетик фигурлар чоһлут тәшкил едир вә онун бәдин үслубијјатынын әсас элементлэрини мүәјјәнләшдирир.

Шаирин бәдин метод вә үслубунун һәртәрәfli вә даһа дәрин өјрәнилмәси ираншүнас әдәбијјатчыларын гаршысында дуран мүһүм бир мәсәләдир.

R. Rustamova

ON SOME FIGURES OF ARABIAN AND PERSIAN POETRY IN THE KASYD OF PERSIAN SPEAKING POET OF THE XIIITH CENTURY FALAKI SHIRVANI

The present article considers some figures of Arabian and Persian poetry in the kasyds of Persian speaking Azerbaijan poet Falaki Shirvani, whose creative activity dates from the 12th century.

¹⁰ Здесь возможно двойное толкование: а) пять обязательных ежедневных намазов, б) пять основ веры ислама: вера в единого Аллаха и признание Мухаммеда его посланником, совершение пяти намазов в день, ежедневный пост в месяце Рамадан, раздача в виде подаяния «заката», т. е. определенной части ежегодных доходов, совершение паломничества в Мекку.

¹¹ Говоря о четырех избранных столпах, Фалаки подразумевает четыре последовательные стадии суфийского пути к богу («шариат» — закон, «тарикат» — путь, «марифат» — познание, «хакикат» — истина, или же четыре мазхаба, т. е. четыре правовые школы в суннитском толке ислама — ханафи, шафи, ханбали, малики.

¹² Восемь благоустроенных дворцов — восемь дворцов и восьми райских садах, По представлению мусульман, в раю восемь садов и в каждом из них по дворцу.

¹³ Очевидно, здесь имеются в виду семь этапов духовного совершенствования суфия — покаяние, осмотрительность, воздержание, бедность, терпение, упование на бога, покорность.

Specifically, two figures have been chosen: Laffu-nashr. (meaning literally „rolling up and unrolling“) and a figure of gradation stakkat-al-adat. Two kasyds from Falaki Shirvani's divan in which he used above-mentioned figures are studied in this article.

In the kasyds devoted to his patron Shirvanshah Minuchebr III, Falaki carrying on the traditions of sufi poets of the 11th—12th centuries, introduced elements of religious subjects and resorted to relative figurativeness.

Poetic figures occupy considerable part in Falaki Shirvani's creative activity and determine the main features of his artistic style.

More detailed and thorough study of the poet's artistic method and style is the task of the specialists in Iranian literature and philology.

ИСТОРИЯ

Акад. З. М. БУНИЯТОВ, С. Г. БАГИРОВА

**СВЕДЕНИЯ О БАХМАНИЯРЕ, ЕГО УЧЕНИКАХ
И ПОСЛЕДОВАТЕЛЯХ В СОЧИНЕНИИ АЛ-БАЙХАКИ
ТАТИММА СИВАН АЛ-ХИКМА**

Сочинение автора XII в. Захир ад-дина ал-Байхаки *Татимма Сиван ал-хикма* («Дополнение к «Хранителям мудрости») безусловно один из интереснейших образцов средневекового энциклопедического справочника библиографического плана. Составленное по принципу отдельных статей, оно содержит в нашем списке 103 названия, вместо 111; отсутствующие статьи восполнены нами по печатному изданию М. Шафи (Лахор, 1935 г.)¹. Сочинение ал-Байхаки интересно во многих аспектах, но прежде всего потому, что содержит уникальные сведения как о его предшественниках — представителях различных философских школ и направлений средневекового Востока, так и о современниках автора. В данном сообщении приводится перевод биографий 6 персоналий: Бахманьяра, его ученика ал-Лаукари и четырех учеников последнего.

Имя Бахманьяра, известного научному миру составителя и комментатора сочинения Ибн Сины *ат-Та'ликат*, записанного им со слов и в период общения со своим учителем, хорошо знакомо исследователям². Перу самого Бахманьяра принадлежат несколько сочинений, два трактата из которых изданы в середине прошлого столетия С. Попером³; кроме того, имеются извлечения из его трактатов, сделанные самим Ибн Синой⁴. Ал-Байхаки приводит следующие сведения о Бахманьяре:

(л. 35 б) Философ и мудрец Бахманьяр б. ал-Марзубан был учеником Абу Али [Ибн Сины] — да упокоит Аллах его прах. По вере Бахманьяр был огнепоклонником (*маджусиййун*), не арабоязычным и происходил из страны Азербайджан. Большинство научных трудов Абу Али [Ибн Сины] составляли предмет исследований и Бахманьяра. Бахманьяр [обладал даром] проникать в суть вещей; ему принадлежат сочинения: *Китаб ат-тахсил* («Книга приобретения»), *Китаб аз-зинат фил-мантик* («Книга украшения логики»), трактат о музыке и другие трактаты. Из мудрых изречений Бахманьяра:

«Капитал охраняемое, а разум — [его] хранитель (*ал-мал махрус ва-акл харис*); разум стремится к познанию (*ал-акл анис фил-арафа*); правдивость — возлюбленная мудрых (*ас-сидк ма'шук ал-укала*); если ты подвергся бремени тревожений, то решительно подави свою печаль благоразумием (*иза асабака хамми фа цкма ал-хуэн бил-*

хазм); посвящение ума утонченным делам в поисках спасения является духовным наслаждением и [подобно] исцелению, которое не подвержено недугам (*фиргу-л-акл лил-хила ва талабу ал-хилас ал-лазат ал-аклиййа шафаун ла йа'кабаху даун ва сиххатун ла йалзамуха сукум*); тот, кто постигнув наук разума не перенял качеств их носителей [останется] невеждой в сути наук (*ман та'аллама ал-улум ал-аклиййа ва лам йатахаллак би-ахлак арбабиха кана джахилан би-хакаи ал-улум*); подобно тому, как в саду видны приметы весны, так и в правах ученых проявляется мудрость их наставников (*йазхару ахлак ар-раби ала-ла-амман та'аллама ал-хикма кама йазхару асару ар-раби ала-ла-бустан*), каждый ученый, который требует для себя сверх того, что ему необходимо, [хотя и] сведущ в мудрости, но не получает удовлетворения от нее (*куллу хахим талаба зийада ала хаджатиhi мин ал-мал фа-лаху илм ал-хикма ва лейса лаху заукуха*); [Никогда] не кручинься по поводу дел, которые уже свершились, но приложи все усилия, дабы искоренить их и отдалить от себя (*ла тахзан би-сабаб амрин кад вака'ва-джатахид фи изалатиhi ва дафаихи*); остерегайся того, что еще не случилось, но и не печалься, ибо знай, что оно, несомненно, предопределено (*ихзар амма лам йака' ва ла тахзан ва и'лам аннаху ла будда мин ал-макдур*). Бахманйар умер в 458 году, спустя 30 лет после смерти Абу Али [Ибн Сины]».

Ученик Бахманйара ал-Лаукари происходил из селения Лаукар, расположенного на восточном берегу р. Мерв, неподалеку от Пандждеха. Иакут ал-Хамави, который посетил эти места в 616/1219—20 г., упоминает, что ал-Лаукар находился на тракте Герат—Пандждех-Мерв и, по-видимому, здесь был город, на что указывают развалины селения и сохранившийся минарет⁵.

(л. 47 а) «Адиб и философ Абу-л-Аббас ал-Лаукари был учеником Бахманйара, а Бахманйар — ученик Абу Али Ибн Сины. От адиба Абу-л-Аббаса распространились науки мудрости по всему Хорасану. Он слыл знатоком различных отраслей философии и разбирался во всех ее тонкостях. К старости [ал-Лаукари] ослеп. Он служил воспитателем во многих знатных домах в округах Мерва. Ему же принадлежит много сочинений, в том числе *Байан ал-хакк би-даман ас-судк* («Толкование истины с гарантией честности»), касида вместе с комментариями к ней на персидском языке, трактаты, компендин, диван стихов; [который] как я слышал из достоверных источников, он сочинил в конце своей жизни.

Он говорил: «Я утратил надежду на увеличение своих познаний (л. 47б), ибо у меня ничего не прибавилось сверх того, что я [уже] постиг. По причине слабости и потери зрения я стал немощным, а конец не преминул проторить себе путь ко мне». Он повторял это многократно, пока его ученикам и окружению не стало ясно неослабное стремление [Абу-л-Аббаса] к последнему пристанищу. Случилось так, что однажды, поев жаркое из бараньей головы, [ал-Лаукари] по приглашению одного из своих учеников отправился в баню, что и послужило причиной его болезни и смерти. Отвергая попытки кое-кого из своих учеников, [пытавшихся] вылечить его, ал-Лаукари говорил: «Оставьте меня [наедине] с моим господом. Если Он исцелит меня, то по своей воле, а если доведет до смерти, то и это Его приговор. Я предпочитаю лишь путь, уготованный мне всевышним Аллахом».

Ал-Лаукари принадлежат хорошие стихи, о которых я упомянул на полях *Думйат ал-каср*.

Из мудрых изречений ал-Лаукари: Знание придает [человеку] силу, способствует свершению благих дел и делает [его] речь свободной (*ал-илм йу'ли лил-химма ва йуфиду ал-махасин ва йабсуту ал-лисан*); береги свою честь от низких и подлых [людей] (*джанниб караматака ал-аднийя да ас-сафала*); не пользуйся советом того, у кого нет опыта (*ла тантафи би-мишвара ман ла таджриба лаху*); вывести радующегося [человека] из состояния радости легче, чем озабоченного [из сферы] его забот (*накл ал-масрур ила гайр сурурихи ахвану мин накл ал-махмум ила гайр хаммихи*); уже тот делает добро, кто не думает о тебе плохо (*кад ахсана илейка ман ла йуси'у аз-занн бика*)».

Далее следуют сведения о четырех последователях ал-Лаукари. (л. 47б). Философ Кутб аз-заман Мухаммад б. Аби Тахир ат-Табаси, ал-Марвази — один из учеников адиба Абу-л-Аббаса [ал-Лаукари]. Отец его являлся одним из управляющих округами Мерва, а мать [по происхождению] хорезмийка. Сам он был всесторонним ученым в различных областях философии и обладал незаурядным, острым и живым складом ума, что связывало его с везиром Насир ад-дином Махмудом б. ал-Музаффаром б. Абд ал-Маликом б. Аби Туба. Впоследствии, впав в немилость, он был отдален и (л. 48а) [пребывал] в нужде. Из его изречений: «Люди — узники темницы, [коей является мир], покидая которую один за другим по очереди, они исчезают. Если бы оставшиеся ведали о том, что и до них дойдет очередность, то они не стали бы [столь] бездумно возводить здание [своей] узницы (*ан-нас махбусуна фи сиджн йухраджу минхум вахидун ба'да вахид била та'йин ва йахлаку фа-иза үхриджа вахидун вал-ахару ла йадри анна ан-наубата йантахи илейхи ау ила гайрихи кана мин ал-гафла иштигалуху би-имарат ас-саджн*). Он умер в шаввале 539 года в Сарахсе, после того, как был разбит параличом. Конец его жизни прошел в покаянии и раскаянии. Он говорил: «Я обрел счастье и утешение в смерти». Благословили его снятельный имам Мухаммад аз-Зийади и другие имамы Сарахса».

(л. 48б) «Кади и философ Маджд ал-Афадил Абд ар-Раззак ат-Турки был одним из учеников адиба Абу-л-Аббаса [ал-Лаукари] и особенно славился знаниями в геометрии и логике, [однако] не отличался живостью ума и не шел дальше того, что было в книгах. Между ним и эмиром ас-Сеййид Шараф аз-заманом Мухаммадом б. ал-Адибом ал-Илаки происходили диспуты, в которых кади Абд ар-Раззак затрагивал лишь то, что есть в книгах. Он помнил наизусть большинство книг Абу Али [Ибн Сины] и являлся знатоком [тех] вопросов, [которые затрагивались] в его сочинениях. Однако сам он не углублялся в логику так, как это делали ученые его эпохи. Мы состояли с ним в переписке, о которой упоминается в одном из моих сочинений [под [названием] *Китаб ал-араис ан-нафаис* (Книга редкостных перлов)]. Из его высказываний: Если ты захочешь постичь [иерархию] общества, то посмотри: халиф назначает султана, султан—везира, везир—[амира]⁶, амир—вали, вали—кади, а кади вершит правосудие. Подданные подают [свою] жалобу кади, кади—вали, вали—амиру, амир—везиру, везир—султану, султан—халифу, следы правления которого налицо (л. 49а). Он говорил: «Воображаемое счастье приятнее, нежели наслаждение, [получаемое] от вещей, каково же счастье, [достигаемое с умом] (*ас-са'ада ал-хайалиййа алаззу мин лазат ал-мулк фа-кейфа ас-са'ада ал-аклиййа*)». Кади Абд ар-Раззак преподавал в мечети своего квартала медицину и арифметику до самой смерти и его уважали и почитали».

(л. 526) «Снятельный имам Ас'ад ал-Михани. являлся мударрисом в медресе ан-Низамийа в Багдаде и был обласкан при дворе халифа. Всякий раз, когда он являлся ко двору халифа, следовало личное поведение [его] высочества: «Нас удостоил [своим] посещением Ас'ад ал-Михани». Он был одним из учеников Абу-л-Аббаса ал-Лаукари. Я видел его послание кади Умару ас-Сави, где говорится, что наивысшим достоинством обладает лишь тот, кто не скупится признавать права за теми, кому они принадлежат по праву (*афдал ал-джуд ан ла йуданна билхукук ала ахлиха*); имущество того, кто скуп по отношению [к людям] благодарным, достанется его хулителям (*ман мана'а малаху мим-ман йахмадуху ва йашкуру лаху ахазаху ман йазуммуху*); неудача помощников — позор, а их добродетельность — утешение (*хизлан ал-а'ван арун ва мувасатухум фадил*)».

(л. 58а) «Айн аз-заман ал-Хасан ал-Каттан ал-Марвази был одним из учеников Абу-л-Аббаса ал-Лаукари. Врач, философ, знаток геометрии и адиб он имел [также] склонность к поэзии. Ему принадлежат [также] сочинения [как] *Ксийхан шенахт фил-хей'* («Изучение звезд во вселенной»), *Китаб ал-аруд'* («Книга об аруде»), *Китаб ад-дауха фил-ансаб* («Книга генеалогии»), трактаты по медицине. Лечение его сводилось большей частью к уменьшению потребления пищи и ее умеренности: возможно, больному лучше отказаться от приема лекарств, не говоря уже о еде. Из полезных [высказываний Айн аз-Замана]: «Мать духовных достоинств — мудрость, их кормилица — умеренный нрав, отец их — полная готовность [ко всему], а их сын — величайшее счастье (*умму ал-фадаил ан-нафсанийа ал-хикма, ва зи'руха ал-мазадж ал-му'тадил, ва абуху ал-исти'дад ал-камил ва ибнуха ас-са'ада ал-узма*); лицемерие — самое низкое из деяний, а терпение [является] самым разумным путем в жизни (*ар-рийа ахсану ал-а'мал ал-ихтимал азка ас-сийар*)».

Примечания

¹ См.: Собрание восточных рукописей АН Уз. ССР. Ташкент, 1952, № 1448. В описании списка вкралась неточность: вместо 103 указано 99 биографий.

² См.: Абдаррахман ал-Бадави. Вступительная статья к ат-Та'ликат Ибн Сины (на араб. яз.). Каир, 1973, стр. 7.

³ Там же.

⁴ Там же.

⁵ *Накут ал-Хавани*. Муджам ал-удаба. Вюстенфельд, т. VII, стр. 343. См. также: *Абу Са'д ас-Сам'ани*. *Китаб ал-ансаб*. Лонд., 1922, л. 496а; *Ибн ал-Асир*. *Ал-Лубаб фи тахриб ал-ансаб*, ч. III. Багдад, изд. Раджаба, стр. 135. К. Броккельман упоминает, что ал-Лаукари являлся современником Умара ал-Хайфами (*K. Brockelmann, GAL, I p. 602*).

⁶ В нашем списке — лакуна.

⁷ Возможен вариант: сийахат.

Институт востоковедения

Поступило 18. II. 1982

акад. З. Бунядов, С. Багырова

ЭЛ-БЕЛЪАГИНИН «ТЭТИММЭ» СИВАН ЭЛ-НИКМЭ» ЭСЭРИНДЭ БЭММЭНЈАР ВЭ ОНУН АРДЫЧЫЛЛАРЫ БАГГЫНДА МЭЉУМАТ

Мәгалә XII эсрнн көркәмли энциклопедик ээкасы сајылан эл-Белъагинин 1935-чи илдә Лаһорда сәккиз элјазмасы эсасында тәртиб олунараг нәшр олуимуш китабы вә һазырда Дашкәнд элјазмалары фондуида сакланылаң «Тәтиммә Сиван эл-һикмә» адлы

элјазмасынын эсасында јазылмышдыр. Бурада Шәрһин јүздән артыг көркәмли әдиб вә философу, табиб вә алими, о чүмләдән көркәмли философ Бәмәнјар, онун тәләбәси эл-Лөвкәри вә с. һаггында эл-Белъагинин вердији дәјәрли вә марағлы мә'луматлар арашдырылыр.

Z. M. Bunyatov, S. G. Bagirova

INFORMATION ON BAHMANYAR, HIS PUPILS AND FOLLOWERS IN THE WORK OF AL-BAYHAKI *TATIMMA SIWAN AL-HIKMA*

Tatimma Siwan al-Hikma of al-Bayhaki is the best known Arabic supplement to the *Siwan al-Hikma* of al-Sijasi. It contains 111 biographies of the famous philosophers, astrologers, mathematicians, etc. of the medieval Muslim World. In this article we had translated a piece of Bayhaki's *Tatimma* which includes information about Bahmanyar, his pupil al-Lawkari and his 4 followers.

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

- Ю. А. Абилов. О граничных свойствах решений задачи Дирихле для вырождающихся эллиптических уравнений 2-го порядка 3
- М. Б. Рагимов. Спектральная теория операторнозначных отображений с коммутирующей областью значений 9
- Р. Б. Фейзуллаев, Э. А. Бабаев. О тернарных алгебрах гомоморфизмов квазиупорядоченных множеств 13

Физика полупроводников и диэлектриков

- К. К. Мамедов, Н. Н. Алиев, Б. З. Шалумов, член-корр. И. Г. Керимов, М. А. Алджанов, М. И. Мехтнев, Т. А. Мамедов. Теплоемкость некоторых стекол на основе двуокиси кремния при низких температурах 18

Молекулярная спектроскопия

- Ч. О. Каджар, С. А. Мусаев, член-корр. Э. Ю. Салаев, А. С. Гасанова. Спектрометр двойного радиочастотного микроволнового резонанса 21

Физика твердого тела

- Акад. М. И. Алиев, Э. А. Эйвазов, А. Ф. Сафаров. Температуропроводность и тепловое расширение хромовых халькошпиннелей в области магнитного фазового перехода 30

Техническая механика

- Б. А. Аскерзаде. О расчете нестационарных процессов в магистральных трубопроводах как объекта с распределенными параметрами 34

Органическая химия

- Г. Г. Ахмедов, С. А. Аббасов, К. Р. Ахмедов, Ш. В. Мамедов, Р. К. Бабаев. Вулканизация дивинил-нитрильного каучука окисью селена 37

Биогеохимия

- Член-корр. Ак. А. Ализаде, Ш. Б. Асланов. Сравнительное изучение минерального и химического состава ростров аптских белемнитов и раковин современных *Serpa off.* 42

Биохимия

- Акад. Д. А. Алиев, А. А. Москаленко, С. Ю. Сулейманов, Ю. Е. Ерохин. Некоторые характеристики тилакоидов гран и стромы из хлоропластов пшеницы 47

Растение

- М. А. Касумов. Некоторые биологические особенности бархатцев (*tagetes l.*) и их народнохозяйственное значение 52

Медицина

- П. С. Мелик-Асланова, С. А. Бадалов, С. М. Магомедова, З. А. Алиева. Ультраструктурная характеристика и активность некоторых ферментов группы фосфогидролаз в клетках злокачественной меланомы сосудистого тракта 58

Литература

- Р. Русгамова. О некоторых фигурах арабо-персидской поэтики в касыде персоязычного поэта XII в. Филаки Ширвани 66

История

- Акад. З. М. Бунятов, С. Г. Багирова. Сведения о Бахманьяре, его учениках и последователях в сочинении Ал-Байхаки Татимма Сиван Ал-Хикма 71

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 екр. Заномерованные формулы обязательно выключаются в красную строку, номер формулы ставится у правого края страницы. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки. Подстрочные и надстрочные индексы и степени следует отмечать карандашом, дугами сверху и снизу:

R^n, r_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; I (латинское «аль») и e. Прописные буквы подчеркивают карандашом двумя черточками снизу (C), а строчные — сверху (c.)

Следует избегать знаков типа \sim (волна), \odot , \oplus , \otimes ; \square , $\square \circ$, ∇ , \wedge

(кр. шки) над и под буквами, а также знаков:

\times , $\underline{\epsilon}$, $\phi\phi$, ϕ , ϵ

Латинские названия вписываются на машинке.

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

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

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

13. Необходимо тщательно проверить написание местных географических названий.

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

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

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

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

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

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

Сдано в набор 11/V 82 г. Подписано к печати 29. 09. 1982 г. ФГ. 17564. Формат бумаги 70×100^{1/10}. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литерат. Печать высокая. Печ. лист. 7,0. Уч. изд. лист 5,0. Тираж 590. Заказ 175. Цена 70 коп.

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

70 гэл.
коп.

Индекс
76355

Итого выдано в печать 100 экз. (100 экз.)

1) 100 экз.