



ISSN 0002—3078

АЗЕРБАЙДЖАН ССР ЕЛМЛЕР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXIX ЧИЛД

1983 . 6

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 одного автора в год. Это правило не распространяется на членов АН СССР, академиков Академии наук Азерб. ССР.

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

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

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

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

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

(Продолжение на третьей странице обложки)

МƏ'РУЗЭЛƏР

ДЫ

ИЛД

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. Усейнов, Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

© Издательство „Элм“ 1983 г.

МАТЕМАТИКА

Н. А. РУСТАМОВ

АСИМПТОТИКА СОБСТВЕННЫХ ЧИСЕЛ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО
ОПЕРАТОРА ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА

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

1. Рассмотрим самосопряженный оператор L , порожденный в пространстве $L_2[0, +\infty]$ линейной двучленной дифференциальной операцией четвертого порядка

$$l(y) = y^{IV} + xy \quad (1)$$

и нулевыми граничными условиями

$$y(0) = y'(0) = 0 \quad (2)$$

Известно, что спектр оператора L состоит из вещественных не отрицательных чисел $\lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \dots \leq \lambda_n \leq \dots$ с одной, бесконечно удаленной точкой сгущения.

В настоящей работе найдена асимптотика собственных чисел λ_n оператора L при больших значениях номера n . Сформулируем основной результат.

Теорема. Асимптотическое поведение собственных значений λ_n оператора L при $n \rightarrow +\infty$ описывается формулой

$$\lambda_n = \left(\frac{5\pi_n}{4}\right)^{\frac{4}{5}} + \frac{375}{1024} \left(\frac{5\pi_n}{4}\right)^{-\frac{6}{5}} + O\left(n^{-\frac{11}{5}}\right). \quad (3)$$

Оценка остатка в формуле (3) не является точной.

Методом, который применяется для вывода формулы (3), можно выписать дальнейшие члены в разложении λ_n по степеням n , но при этом возникают большие технические сложности, связанные с вычислениями.

Литература, посвященная задачам исследования асимптотики дискретного спектра дифференциальных операторов, достаточно обширна и имеется несколько обзорных статей (см., например, [4]). Поэтому, не пытаясь дать какую-то справку об известных работах, заметим, что излагаемая задача по проблематике близка к задачам, исследованным в [2, 3], но второй член в асимптотике собственных чисел оператора вида (1) выписывается впервые.

Перейдем к доказательству теоремы.

2. Для выражения (1) оператор L_0 , определяемый в общей теории дифференциальных операторов ([1], стр. 204), имеет индекс дефекта (2,2) ([1], стр. 336). В этом случае верна следующая

Лемма 1. Пусть функции $\psi_i(x, \lambda) \in L_2[0, \infty)$; $i=1, 2$ являются линейно независимыми решениями уравнения

$$y^{IV} + xy = \lambda y; \quad \lambda > 0. \quad (4)$$

Тогда собственные числа λ_n оператора L будут корнями уравнения

$$\det \begin{pmatrix} \psi_1(0, \lambda) & \psi_2(0, \lambda) \\ \frac{d}{dx} \psi_1(0, \lambda) & \frac{d}{dx} \psi_2(0, \lambda) \end{pmatrix} = 0 \quad (5)$$

Таким образом, необходимо исследовать решения уравнения (4). В силу того, что потенциал в выражении (1) является линейной функцией, методом Лапласа можно построить решения уравнения (4) в виде контурного интеграла. Этим путем доказана

Лемма 2. Уравнение (4) имеет пять решений

$$y_i(x, \lambda) = \int_{C_i} \exp\left(\frac{t^5}{5} - (\lambda - x)t\right) dt; \quad i = \overline{1, 5}, \quad (6)$$

связанных соотношением

$$\sum_{i=1}^5 y_i(x, \lambda) = 0.$$

Контур C_i определяется следующим образом: C_1 — кривая на плоскости t , уходящая в бесконечность обеими ветвями в секторах $\sigma_1 = \left\{t: -\frac{3\pi}{10} \leq \arg t \leq -\frac{\pi}{10}\right\}$ и $\sigma_2 = \left\{t: \frac{\pi}{10} \leq \arg t \leq \frac{3\pi}{10}\right\}$. В силу аналитичности подынтегральной функции в (6), вид этой кривой в конечной части плоскости не существен. Для простоты можно считать, что ветви контура C_i имеют своими асимптотами биссектрисы секторов σ_i ; $i = \overline{1, 2}$ и ориентация выбрана так, что $C_1 \approx \left(\infty \cdot e^{-\frac{2\pi}{10}i}, 0\right] \cup \left(0, \infty \cdot e^{\frac{2\pi}{10}i}\right)$. Все остальные контуры C_k получаются из C_1 поворотом на угол $\frac{4\pi}{10}(k-1)$ вокруг начала координат против часовой стрелки.

Если обозначить $\lambda - x = z = |z| \cdot e^{i\varphi}$ и сделать замену переменного $t = |z|^{\frac{1}{5}} \xi$, то интегралы (6) преобразуются к виду

$$y_i(x, \lambda) = |z|^{\frac{1}{5}} \int_{C_i} \exp\left(|z|^{\frac{5}{4}} \left(\frac{\xi^5}{5} - e^{i\varphi} \xi\right)\right) d\xi, \quad i = \overline{1, 5}. \quad (7)$$

Очевидно, вид и расположение контуров C_i на плоскости ξ такие же, как и C_i на плоскости t .

Асимптотику интегралов (7) можно исследовать методом перевала. Имеет место следующая

Лемма 3. При $\arg z = \pi$ и $|z| \rightarrow +\infty$ асимптотическое поведение функций $y_i(x, \lambda)$ описывается формулами

$$y_1(x, \lambda) = |z|^{-\frac{1}{5}} \sqrt{-\frac{\pi}{2e^{\frac{\pi}{4}i}}} \exp\left(\frac{4}{5}|z|^{\frac{5}{4}} e^{\frac{\pi}{4}i}\right) \left(1 + O\left(|z|^{-\frac{5}{4}}\right)\right);$$

$$y_3(x, \lambda) = |z|^{-\frac{1}{5}} \sqrt{-\frac{\pi}{2e^{\frac{\pi}{4}i}}} \exp\left(\frac{4}{5}|z|^{\frac{5}{4}} e^{\frac{3\pi}{4}i}\right) \left(1 + O\left(|z|^{-\frac{5}{4}}\right)\right); \quad (8)$$

$$y_4(x, \lambda) = |z|^{-\frac{1}{5}} \sqrt{-\frac{\pi}{2e^{\frac{\pi}{4}i}}} \exp\left(\frac{4}{5}|z|^{\frac{5}{4}} e^{\frac{1\pi}{4}i}\right) \left(1 + O\left(|z|^{-\frac{5}{4}}\right)\right);$$

$$y_5(x, \lambda) = |z|^{-\frac{1}{5}} \sqrt{-\frac{\pi}{2e^{\frac{\pi}{4}i}}} \exp\left(\frac{4}{5}|z|^{\frac{5}{4}} e^{\frac{7\pi}{4}i}\right) \left(1 + O\left(|z|^{-\frac{5}{4}}\right)\right).$$

Асимптотика $y_1(x, \lambda)$ выражается через линейную комбинацию формул для $y_2(x, \lambda)$ и $y_5(x, \lambda)$.

Следствие 1. Функции $y_3(x, \lambda)$, $y_4(x, \lambda)$ и любые две из функций $y_k(x, \lambda)$, $k = 1, 2, 5$ образуют фундаментальную систему решений уравнения (4).

Следствие 2. $y_3(x, \lambda)$; $y_4(x, \lambda) \in L_2[0, \infty)$.

3. Чтобы воспользоваться формулой (5) для нахождения собственных значений оператора L , необходимо исследовать асимптотику решений $y_3(x, \lambda)$ и $y_4(x, \lambda)$ при $\lambda \rightarrow +\infty$ и ограниченным x . Но оказывается, что методом перевала удобнее получить асимптотику для линейных комбинаций этих решений $z_1(x, \lambda) = y_3(x, \lambda) + y_4(x, \lambda)$ и $z_2(x, \lambda) = y_3(x, \lambda) - y_4(x, \lambda)$ и их производных $\frac{d}{dx} z_1(x, \lambda)$ и $\frac{d}{dx} z_2(x, \lambda)$.

Лемма 4. При $\arg z = 0$ и $|z| \rightarrow +\infty$ асимптотическое поведение функций $z_1(x, \lambda)$ и $\frac{d}{dx} z_1(x, \lambda)$, $i = 1, 2$ описывается формулами

$$z_1(x, \lambda) = -a^{-\frac{3}{8}i} \frac{1}{2} \left[\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) \left(\cos \frac{4}{5} a^{\frac{5}{4}} + \sin \frac{4}{5} a^{\frac{5}{4}}\right) + \frac{15}{32} \Gamma\left(1 + \frac{1}{2}\right) \left(\sin \frac{4}{5} a^{\frac{5}{4}} - \cos \frac{4}{5} a^{\frac{5}{4}}\right) a^{-\frac{5}{4}} + O\left(a^{-\frac{10}{4}}\right) \right]; \quad (9)$$

$$z_2(x, \lambda) = a^{-\frac{3}{8}i} \exp\left(\frac{4}{5} a^{\frac{5}{4}}\right) \left[\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) + \frac{15}{32} \Gamma\left(1 + \frac{1}{2}\right) a^{-\frac{5}{4}} + O\left(a^{-\frac{10}{4}}\right) \right];$$

$$\frac{dz_1}{dx}(x, \lambda) = a^{-\frac{1}{8}i} \frac{1}{2} \left[\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) \left(\cos \frac{4}{5} a^{\frac{5}{4}} - \sin \frac{4}{5} a^{\frac{5}{4}}\right) + \left(-\frac{3\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)}{8} + \frac{15}{32} \Gamma\left(1 + \frac{1}{2}\right)\right) \left(\cos \frac{4}{5} a^{\frac{5}{4}} + \sin \frac{4}{5} a^{\frac{5}{4}}\right) a^{-\frac{5}{4}} + O\left(a^{-\frac{10}{4}}\right) \right]; \quad (10)$$

$$\frac{dz_2}{dx}(x, \lambda) = -a^{-\frac{1}{8}i} \exp\left(\frac{4}{5} a^{\frac{5}{4}}\right) \left[\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) + \left(-\frac{3}{8} \Gamma\left(\frac{1}{2}\right) + \frac{15}{32} \Gamma\left(1 + \frac{1}{2}\right)\right) a^{-\frac{5}{4}} + O\left(a^{-\frac{10}{4}}\right) \right].$$

В формулах (9), (10) можно выписать больше членов разложения по степеням α , но как уже отмечалось в пункте 1 вычисления при этом усложняются.

По определению $z_i(x, \lambda)$; $i=1, 2$ являются линейно независимыми решениями уравнения (4). Следовательно, этими функциями можно пользоваться для нахождения спектра оператора L .

Выписывая формулы (9) и (10) для $z_i(x, \lambda)$ вместо $\psi_i(x, \lambda)$, соответственно, в формулу (5) и сокращая на $\frac{i}{2}\lambda^{-\frac{1}{2}} \exp\left(\frac{4}{5}\lambda^{\frac{5}{4}}\right)$ после несложных преобразований, для определения собственных чисел λ_n оператора L , получим уравнение

$$\sin \frac{4}{5}\lambda^{\frac{5}{4}} + \frac{15}{32} \cdot \frac{\Gamma\left(1 + \frac{1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)} \left(\sin \frac{4}{5}\lambda^{\frac{5}{4}} - \cos \frac{4}{5}\lambda^{\frac{5}{4}} \right) \lambda^{-\frac{5}{4}} + O\left(\lambda^{-\frac{10}{4}}\right) = 0$$

Решая это уравнение, находим формулу (3). Теорема доказана.

В заключении автор выражает глубокую благодарность проф. М. Г. Гасимову за внимание к работе.

Литература

1. Наймарк М. А. Линейные дифференциальные операторы. М., 1969.
2. Федорюк М. В. Докт. дисс. ИПМ, М., 1966.
3. Жданова Г. В. Дифференциальные уравнения. т. 6, № 5, 1970.
4. Бирман М. Ш., Соломяк М. З. Итоги науки, серия матем. анализ, т. 14, М., 1977.

Институт математики
и механики

Поступило 10. IX 1981

Н. Э. Рустамов

ДӨРДҮНЧҮ ТЭРТІБ ДИФЕРЕНЦИАЛ ОПЕРАТОРУН МӘХСУСИ ӘДӘЛӘРИНИН АСИМПТОТИКАСЫ

$I_4 y = y^{IV} + xy$ дифференциал операторына $y(0) = y'(0) = 0$ сәртәд шәртләри, илә $L_2[0, \infty)$ -да тәҗри олунан L операторунун λ_n мәхсуси әдәләринин n -ин бәҗүк ги-мәтләриндә асимптотикасы өҗрәниләр.

Асимптотиканын биринчи ики һәдди дәгиг җазылмышдыр.

N. A. Rustamov

ASYMPTOTICS OF THE EIGENVALUES OF THE FOURTH ORDER DIFFERENTIAL OPERATOR

An asymptotic behaviour of the eigenvalues λ_n of the fourth order differential operator $I_4(y) = y^{IV} + xy$; $y(0) = y'(0) = 0$ in $L_2[0, \infty)$ space is investigated.

УДК 512.579+515.12

МАТЕМАТИКА

Р. Б. ФЕЙЗУЛЛАЕВ

ПЛОТНЫЕ ПОДАЛГЕБРЫ АЛГЕБРЫ МНОГОМЕСТНЫХ ФУНКЦИЙ НА БЕСКОНЕЧНОМ МНОЖЕСТВЕ

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

Алгебры и топологические пространства будем обозначать «жирными» латинскими буквами, а их носители — соответствующими «нежирными». Пусть A и B — топологические пространства и A^B — множество всех непрерывных отображений $f: B \rightarrow A$. При дискретном B $A^B = A^{|B|}$ и топология поточечной сходимости совпадает с тихоновской. Если же дискретны B и A , то $A^B = A^{|B|}$ и в этом случае топологию поточечной сходимости естественно называть топологией поточечной стабилизации: сеть $\{f_t: t \in T\} \subseteq A^B$ сходится к $f \in A^B$ тогда и только тогда, когда для каждого $b_0 \in B$ сеть $\{f_t(b_0): t \in T\} \subseteq A$ стабилизируется на элементе $f(b_0) \in A$, то есть $\exists t_0 = t_0(b_0) \in T \forall t > t_0 (f_t(b_0) = f(b_0))$.

Для каждого фиксированного натурального n наделим множество $P_A^{(n)} = A^{A^n}$ всех n -арных функций на A топологией $\tau_{ps}^{(n)}$ поточечной стабилизации, и далее топологизируем (подобно случаю компактно-открытой топологии в [5]) множество $P_A = \bigcup_{1 \leq n < \omega} P_A^{(n)}$ всех финитар-

ных функций на A как дизъюнктивную сумму пространств $\langle P_A^{(n)}; \tau_{ps}^{(n)} \rangle$ обозначив полученное топологическое пространство через $\langle P_A; \tau_{ps} \rangle$.

А. И. Мальцев [1–3] рассмотрел (и детально изучил) на множестве P_A итеративную алгебру Поста $P_A = \langle P_A; \xi, \tau, \Delta, \nabla, * \rangle$ и предытеративную алгебру Поста $P_A^* = \langle P_A; \xi, \tau, \Delta, * \rangle$ (определения операций $\xi, \tau, \Delta, \nabla, *$ см. в [1–3]). Удобно рассматривать также (что мы и сделаем) селекторизованную предытеративную алгебру $\bar{P}_A^* = \langle P_A; \{\xi, \tau, \Delta, * \} \cup \{\varepsilon_i^n: 1 \leq i \leq n < \omega\} \rangle$, где ε_i^n — нульарная операция выделения селекторной функции $\varepsilon_i^n(x_1, \dots, x_n) \equiv x_i$. Так как операция ∇ термально выражается (см. [1], [3]) через операции алгебры $\bar{P}_A^*$, то селекторизованную итеративную алгебру $\bar{P}_A = \langle P_A; \{\xi, \tau, \Delta, \nabla, * \} \cup \{\varepsilon_i^n: 1 \leq i \leq n < \omega\} \rangle$ можно уже не вводить (в частности, у алгебр $\bar{P}_A, \bar{P}_A^*$ одни и те же подалгебры, порождающие множества и т. п.). Переход от P_A, P_A^* к селекторизованной алгебре $\bar{P}_A$ в большинстве естественных задач не влечет никаких существенных изменений в результатах, но создает определенные «технические удобства», в силу чего мы предпочитаем работать с алгеброй $\bar{P}_A$.

Нетрудно проверить, что операции алгебры $\bar{P}_A$ непрерывны от-

носителем τ_{ps} , т. е. имеем топологическую алгебру $\langle \bar{P}_A; \tau_{ps} \rangle$. При бесконечном A топология τ_{ps} на P_A не является дискретной, в связи с чем приобретает интерес вопрос об описании плотных подалгебр этой топологической алгебры. Поэтому всюду далее A предполагается бесконечным. При отыскании плотных подалгебр (а priori неясно, всех или лишь некоторых) полезно понятие предплотной подалгебры, т. е. такой, которая сама не плотна, но любая большая подалгебра уже плотна. В связи с этим понятием естественно возникают следующие две задачи:

- 1) найти все предплотные подалгебры в $\langle \bar{P}_A; \tau_{ps} \rangle$;
- 2) верно ли утверждение, что подалгебра плотна тогда и только тогда, когда она не содержится ни в одной из предплотных подалгебр?

Ясно, что при положительном ответе на второй вопрос решение первой задачи привело бы к полному описанию всех плотных подалгебр. Отметим также, что ни для какой предплотной в $\langle \bar{P}_A; \tau_{ps} \rangle$ подалгебры ее носитель не является предплотным подмножеством пространства $\langle P_A; \tau_{ps} \rangle$.

Пусть ρ — некоторое финитарное отношение на A и $A = \langle A; \rho \rangle$ — соответствующая модель. Очевидно, множество $\bigcup_{1 \leq n < \omega} (A^n, A)$ образует в $\bar{P}_A$ подалгебру $\text{End}_\omega(\rho)$ — подалгебру всех (финитарных) полиморфизмов отношения ρ (или модели A).

Частичный порядок ρ на A назовем псевдорешеточным, если для любых двух элементов $a, b \in A$ существуют некоторая верхняя и некоторая нижняя грани (необязательно точные) относительно ρ .

Теорема 1. $\text{End}_\omega(\rho)$ является предплотной подалгеброй топологической алгебры $\langle \bar{P}_A; \tau_{ps} \rangle$ для следующих отношений ρ на множестве A :

- 1) отношения неравенства $\neq$;
- 2) любого отличного от $\emptyset$, A унарного отношения;
- 3) любой нетривиальной эквивалентности;
- 4) любого псевдорешеточного частичного порядка.

Следствие 2. Всякая подалгебра $M \subseteq \bar{P}_A$, строго содержащая $\text{End}_\omega(\rho)$, где ρ удовлетворяет одному из условий 1)–4) теоремы 1, является плотной подалгеброй топологической алгебры $\langle \bar{P}_A; \tau_{ps} \rangle$.

Множество всех $f \in Q \subseteq P_A$, существенная ариность которых не превосходит n , обозначим через $Q^{<n}$. Для $2 \leq k < \omega$ положим $M_k = P_A^{<k} \cup \{f \in P_A : |f(A, \dots, A)| \leq k\}$. Очевидно, это подмножество образует собственную подалгебру $M_k \subseteq \bar{P}_A$, причем $M_2 \subset M_3 \subset \dots$ (все включения — строгие); см. также [4].

Теорема 3. Каждая из подалгебр M_k ($2 \leq k < \omega$) неплотна относительно τ_{ps} , но при этом не содержится ни в одной из предплотных подалгебр топологической алгебры $\langle \bar{P}_A; \tau_{ps} \rangle$.

Таким образом, если даже удастся найти все предплотные в $\langle \bar{P}_A; \tau_{ps} \rangle$ подалгебры, это не приведет к нахождению всех плотных подалгебр этой топологической алгебры. Тем не менее, нахождение всех предплотных подалгебр целесообразно, так как привело бы к описанию достаточно широкого класса плотных подалгебр.

В заключение отметим, что нам известны отдельные примеры

предплотных в $\langle \bar{P}_A; \tau_{ps} \rangle$ подалгебр, не охватываемых теоремой 1, однако мы их пока не приводим, так как желательно построить на базе этих примеров серии.

Литература

1. Мальцев А. И. Итеративные алгебры и многообразия Поста. "Алгебра и логика", 5, № 2, 5–24, Новосибирск, 1966. 2. Мальцев А. И. Об одном усилении теорем Слупенского и Яблонского. "Алгебра и логика", 6, № 3, 61–75, Новосибирск, 1967. 3. Мальцев А. И. Итеративные алгебры Поста. Изд-во НГУ, 1976. 4. Rosenberger I. G. Universal algebras with all operations of bounded range. Colloq. Math., 30, N. 2, 177–185, 1974. 5. Мальцев А. А. Тез. сообщений IV Тираспольского симпозиума по общей топологии и ее приложениям, стр. 87–89, 1979.

Институт математики
и механики

Поступило 22. XI 1982

Р. Б. Феизуллаев

СОНСУЗ ЧОХЛУГДА ЧОХЕРЛИ ФУНКЦИЈАЛАР ЧЭБРИНИИ СЫХ АЛТЧЭБРЛЭРИ

Мағаләдә сонсуз чохлугда финитар функцијаларни тоположи (пөгтәви стабилизация тоположијасына нәзәрән) итератив чэбри алтчэбрләрини сыхлығы үчүн кафишәрт тапылмышдыр. Исбат едилмишдир ки, онда һеч бир сых алтчэбрләрә дахил олмајан, ләкин сых олмајан алтчэбрләр вар.

R. B. Feizullaev

DENSE SUBALGEBRAS IN THE ALGEBRA OF FINITARY FUNCTIONS ON AN INFINITE SET

A sufficient condition for density of subalgebras in the topological (the pointwise stabilization topology) iterative algebra of finitary functions is founded. It is established that it has non-dense subalgebras which are contained in none of its predense subalgebras.

К. С. МАМЕДОВ

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ СПЕКТРА ПОЛИНОМИАЛЬНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ОПЕРАТОРНОГО ПУЧКА И ПРИЛОЖЕНИЕ

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

1. Асимптотика спектра абстрактных дифференциальных операторов на ограниченном отрезке изучалась ранее, например, в работах [1—4, 13], а на всей оси — в [5, 6]. Целью данной работы является получение асимптотики функции распределения спектра полиномиального дифференциально-операторного пучка. Вопросы дискретности спектра, кратной полноты системы собственных и присоединенных вектор-функций и сходимости кратных разложений со скобками для таких пучков были изучены нами ранее в [7—9]. В качестве приложения рассматривается вопрос о распределении спектра пучка операторов в частных производных.

Сначала сформулируем теорему М. В. Келдыша [10] о распределении спектра полиномиального операторного пучка в неограниченной записи:

$$L(\lambda) = \lambda^n + \lambda^{n-1} A_1 + \dots + \lambda A_{n-1} + A_n + A^n, \quad (1)$$

где A, A_j ($j = \overline{1, n}$) — неограниченные операторы в гильбертовом пространстве H .

Через $N(r, A)$ будем обозначать функцию распределения собственных чисел оператора A , т. е.

$$N(r, A) = \sum_{|\lambda_j(A)| \leq r} 1.$$

Условия (A) и (T) для функции $N(r, A)$ состоят в следующем (см. [11]):

(A) $\exists a > 0$ такое, что $N(ar, A) \geq 2N(r, A)$; (T) $\forall \varepsilon > 0 \exists \delta = \delta(\varepsilon) > 0, r = r_0(\varepsilon)$ такие, что

$$N((1+\delta)r, A) \leq (1+\varepsilon)N(r, A).$$

Теорема 1. Пусть A — самосопряженный положительно определенный оператор, $A^{-1} \in \mathcal{S}_\infty, A_j A^{-1} \in \mathcal{S}_\infty$ ($j = \overline{1, n}$). Если $N(r, A)$ удовлетворяет условиям (A) и (T), то

$$N_j(r, L(\lambda)) \sim N(r, A),$$

где $N_j(r, L(\lambda))$ — функция распределения собственных чисел пучка (1) в окрестности луча $\arg \lambda = \frac{(2j+1)\pi}{n}$ ($j = \overline{0, n-1}$).

В справедливости этой теоремы легко убедиться, сведя полиномиальный операторный пучок (1) к линейному по схеме, предложен-

ной в [12], и проверив условия теоремы 2 из [11], переформулированной для случая неограниченных операторов.

2. Рассмотрим в пространстве $L_2(0, T; H)$ спектральную задачу:

$$L\left(\lambda, \frac{d}{dt}\right) u(t) = \lambda^n u(t) + \sum_{k=1}^n \left(\sum_{j=0}^{m_k} A_{kj}(t) u^{(m_k-j)}(t) \right) \lambda^{n-k} + + (-1)^m u^{(2m)}(t) + A^{2m} u(t) = 0, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (2)$$

$$L_\nu u(t) = \alpha_\nu u^{(k_\nu)}(0) + \beta_\nu u^{(k_\nu)}(T) + \sum_{j=0}^{k_\nu-1} (\alpha_{\nu,j} u^{(j)}(0) + \beta_{\nu,j} u^{(j)}(T)) = 0, \quad \nu = \overline{1, 2m}, \quad (3)$$

где A — неограниченный замкнутый оператор в сепарабельном гильбертовом пространстве H , $A_{kj}(t)$ ($k = \overline{1, n}; j = \overline{0, m_k}$) — оператор-функция с неограниченными операторными значениями, $u(t)$ — вектор-функция со значениями в H , $\alpha_\nu, \beta_\nu, \alpha_{\nu,j}, \beta_{\nu,j}$ ($\nu = \overline{1, 2m}; j = \overline{0, k_\nu-1}$) — комплексные числа, $2m-1 \geq k_1 \geq k_2 \geq \dots \geq k_{2m} \geq 0, k_{\nu+2} < k_\nu, |\alpha_\nu| + |\beta_\nu| > 0$.

Теорема 2. Пусть выполняются следующие условия:

1) A — самосопряженный полуограниченный снизу оператор с вполне непрерывным обратным, собственные значения которого, расположенные в порядке возрастания, удовлетворяют условию

$$\lambda_k(A) \sim ak^a \quad (a, a > 0);$$

2) задача $((-1)^m D_t^{2m}, \{L_\nu\}_{\nu=1}^{2m})$ формально самосопряжена

3) операторы $A_{kj}(t) A^{-1}$ ($k = \overline{1, n}; j = \overline{0, m_k}$) почти при всех $t \in [0, T]$ ограничены, оператор-функции $A_{kj}(t) A^{-1}$ почти равномерно ограничены и сильно измеримы по Бохнеру на $[0, T]$,

4) $m_k < \frac{2km}{n}$.

Тогда

$$N_j(r) \sim cr^{\frac{(1+a)n}{2m}},$$

где $N_j(r)$ — функция распределения собственных чисел задачи (2) —

(3) в окрестности луча $\arg \lambda = \frac{(2j+1)\pi}{n}$ ($j = \overline{0, n-1}$).

Наметим основные этапы доказательства. Перепишем уравнение (2) в следующем виде:

$$L\left(\lambda, \frac{d}{dt}\right) u(t) = \lambda^n u(t) + \sum_{k=1}^n \left(\sum_{j=0}^{m_k} A_{kj}(t) u^{(m_k-j)}(t) \right) \lambda^{n-k} + + (-1)^m u^{(2m)}(t) + (A + s^2 I)^{2m} u(t) - (C_{2m}^1 s^2 A^{2m-1} + + \dots + s^{4m} I) u(t) = 0,$$

где s — достаточно большое (см. [7]). В пространстве $L_2(0, T; H)$ определим оператор Q равенствами

$$D(0) = W_{2,L}^{2,n}(0, T; H(A^{2m}), H) = = \{u: u \in W_2^{2m}(0, T; H(A^{2m}), H), L_\nu u = 0 \quad (\nu = \overline{1, 2m})\},$$

$$Cu = (-1)^m u^{(2m)} + A_1^m u, \quad u \in L(C), \quad A_1 = A + s^2 I,$$

где

$$W_2^{(m)}(0, T; H(A^{(m)}), H) = \{u: u^{(m)}(\cdot) \in L_2(0, T; H);$$

$$A^{(m)} u(\cdot) \in L_2(0, T; H);$$

$$\|u\|_{W_2^{(m)}(0, T; H(A^{(m)}), H)}^2 = \|u^{(m)}\|_{L_2(0, T; H)}^2 + \|A^{(m)} u\|_{L_2(0, T; H)}^2.$$

Обозначим через Q_k оператор, порожденный в пространстве $L_2(0, T; H)$ дифференциальным выражением

$$\sum_{j=0}^{m_k} A_{kj}(t) u^{(m_k-j)}(t).$$

В [7] нами доказано, что оператор Q имеет при достаточно больших s вполне непрерывный обратный

$$(Q^{-1}f)(t) = \int_0^T G(t, \tau) f(\tau) d\tau,$$

где $G(t, \tau)$ — оператор-функция Грина соответствующей краевой задачи. Оператор Q является самосопряженным, так как он симметричен, что следует из условий 1) и 2), и Q^{-1} ограничен. Он является также положительно определенным. Нетрудно видеть, что собственные числа оператора Q имеют вид $\nu_p + \lambda_k$, где λ_k есть собственные числа оператора A_1^{2m} , а ν_p — собственные числа задачи $((-1)^m D_t^{2m}, \{L_j\}_{j=1}^p)$. Поэтому

$$N(r, Q^{1/n}) \sim cr^{\frac{(1+s)n}{2ma}}.$$

Очевидно, функция $N(r, Q^{1/n})$ удовлетворяет условиям (A) и (T). При некотором $\varepsilon > 0$ имеют место оценки

$$\|Q_k u\|_{L_2(0, T; H)} \leq c \|Q^{1/n} u\|_{L_2(0, T; H)}, \quad k = \overline{1, n}.$$

откуда следует, что операторы $S_k Q^{1/n}$ вполне непрерывны. Таким образом, выполняются все условия теоремы 1, откуда и следует утверждение данной теоремы.

3. Приведем теперь одно приложение теоремы 2 к нерегулярным краевым задачам для эллиптических уравнений в частных производных. Пусть Ω — открытое связное множество евклидова пространства R^n с гладкой границей Γ , $Q = [0, T] \times \Omega$. В пространстве $L_2(Q)$ рассмотрим задачу

$$\lambda^n u(t, x) + \sum_{k=1}^n \left(\sum_{j=1}^{m_k} \left(\sum_{|z| \leq \frac{p_j}{m}} a_{kjz}(t, x) D_x^z \right) u^{(m_k-j)}(t, x) \right) \lambda^{n-k} +$$

$$+ (-1)^m u^{(2m)}(t, x) + A(x, D_x) u(t, x) = 0, \quad (4)$$

$$L_\nu u(t, x) = 0, \quad \nu = \overline{1, 2m}, \quad (5)$$

$$B_\kappa(x, D_x) u(t, x)|_\Gamma = \sum_{|z| \leq l_\kappa} b_{\kappa z}(x) L_x^z u(t, x)|_\Gamma = 0, \quad \kappa = \overline{1, p}, \quad (6)$$

где

$$A(x, D_x) u(x) = \sum_{|z| \leq 2p} a_z(x) D_x^z u(x).$$

Теорема 3. Пусть выполнены следующие условия:

- 1) $a_z(x) \in C^{l_z}(\Omega)$, $c_{kjz}(t, x) \in L_\infty(Q)$, $b_{\kappa z}(x) \in C^{2l_\kappa-1}(\overline{\Omega})$ и задача $A(x, D_x)$, $\{B_\kappa\}_{\kappa=1}^p$ формально самосопряжена,
- 2) $A(x, D_x)$ — равномерно положительно эллиптический оператор в Ω , т. е. $(-1)^p \sum_{|z|=2p} a_z(x) \xi^z \geq c^2 |\xi|^{2p}$ для каждого $\xi \neq 0$, $x \in \Omega$,
- 3) система граничных операторов $\{B_\kappa\}_{\kappa=1}^p$ образует нормальную на Γ систему и усиленно покрывает оператор $A(x, D_x)$ на Γ , $l_\kappa \leq 2p-1$ ($\kappa = \overline{1, p}$),
- 4) задача $((-1)^m D_t^{2m}, L_\nu (\nu = \overline{1, 2m}))$ формально самосопряжена,
- 5) $m_\kappa < \frac{2\kappa t}{n}$.

Тогда

$$N_j(r) \sim cr^{\frac{(m+p)n}{2mp}},$$

где $N_j(r)$ — функция распределения собственных чисел задачи (4) — (5) — (6) в окрестности луча $\arg \lambda = \frac{(2j+1)\pi}{n}$ ($j = \overline{0, n-1}$).

Литература

1. Горбачук В. И., Горбачук М. Л. УМЖ, 24, № 3, 291—305, 1972.
2. Горбачук В. И. УМЖ, 27, № 5, 675—664, 1975.
3. Михайлен В. А. «Изв. АН СССР, серия матем.», 41, № 3, 607—619, 1977.
4. Оруджев Г. Д. «ДАН Азерб. ССР», № 8, 1976.
5. Костюченко А. Г., Левитан Б. М. Функциональный анализ и его прил., т. 1, вып. 1, 86—96, 1967.
6. Байрамоглу М. В. Сб. «Функциональный анализ и его прил.», 144—166. Баку, «Элм», 1971.
7. Мамедов К. С. В сб. «Спектр. теория операторов», 110—125. Баку, «Элм», 1977.
8. Мамедов К. С. В сб. «Спектр. теория операторов», 133—139. Баку, «Элм», 1979.
9. Мамедов К. С. «Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук», № 1, 36—40, 1977.
10. Келдыш М. В. «ДАН СССР», 77, № 1, 11—14, 1951.
11. Мацаев В. И., Палант Ю. И. «ДАН Арм. ССР», 42, № 5, 257—261, 1966.
12. Якубов С. Я., Мамедов К. С. Функциональный анализ и его прил., т. 9, вып. 1, 91—93, 1975.
13. Мамедов К. С. Математические заметки, т. 30, 1981.

Институт математики
и механики

Поступило 1. IX 1981

К. С. Мамедов

ПОЛИНОМИАЛ ДИФФЕРЕНЦИАЛ-ОПЕРАТОР ДЭСТЭСНИНН СПЕКТРИНН ПАЛАНМАСЫ ВƏ ОНУН ТƏТБИГИ

Вектор-функциялар фəзасында абстракт дифференциал-оператор дəстəсинин спектрал пəланма функциясынын асимптотикасы haггында теорем исбат едилмишир. Бу нəтижə хəсуси тəрəмəли эллиптик тəнликлəри yчyн гејри-регуляр сərhəд мəсələлəринə тəтбиг едилмишир.

K. S. Mamedov

ABOUT DISTRIBUTION OF SPECTRUM OF POLYNOMIAL DIFFERENTIAL-OPERATOR PENCIL AND APPLICATION

The theorem about asymptotics of spectral function of distribution for abstract differential-operator pencil in the space of vector-functions is proved. An application to irregular boundary value problems for elliptic equations is also given.

М. Р. БУНЯТОВ, С. А. БАЙРАМОВ

К-ТЕОРИЯ НА КАТЕГОРИИ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВ

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

В работе [2] нами на категории дистрибутивных решеток была построена К-теория. В данной статье привлечением указанного К-функтора К теория строится на категории всех топологических пространств, совпадающей на категории конечных полиэдров с К-теорией Атья [1].

Отметим, что если К-функтор Атья связан с функтором сингулярных когомологий, то введенный нами К-функтор связан с функтором спектральных когомологий.

Пусть X -топологическое пространство, $О_{\text{отр}} X$ его решетка открытых подмножеств, $A \subset X \subset B(A)$ — фильтр решетки $О_{\text{отр}} X$, образованный открытыми окрестностями подмножества A .

„Погрузим“ категорию пар (X, A) топологических пространств в категорию ZF^2 решеток с парой фильтров, сопоставив каждой паре $(X, A) \rightarrow (О_{\text{отр}} X, [X], B(A))$. Ясно, что это соответствие есть контравариантный функтор из категории $Гор^2$ в категорию ZF^2 , при этом каждому непрерывному отображению $f: (X, A) \rightarrow (Y, B)$ пар сопоставляется индуцированный им гомоморфизм $f^*: (О_{\text{отр}} Y, [Y], B(B)) \rightarrow (О_{\text{отр}} X, [X], B(A))$ троек категории ZF^2 .

Для каждого целого $n \geq 0$ определим функтор $K_{\text{спец}}^{-n}: Гор^2 \rightarrow Ring$ на категории $Гор$ формулой

$$K_{\text{спец}}^{-n}(X, A) = K^{-n}(О_{\text{отр}} X, [X], B(A)).$$

Геоморфизм кольца $K_{\text{спец}}^{-n}(Y, B)$ в кольцо $K_{\text{спец}}^{-n}(X, A)$, индуцированный непрерывным отображением $f: (X, A) \rightarrow (Y, B)$ пар топологических пространств обозначим через f^{**} .

Из ковариантности функтора $K^{-n}: LF^2 \rightarrow Ring$ из категории LF^2 и контравариантности соответствия $(X, A) \rightarrow (О_{\text{отр}} X, [X], B(A))$ следует верность теоремы.

Теорема 1. Соответствие $(X, A) \rightarrow K_{\text{спец}}^{-n}(X, A)$, $f \rightarrow f^{**}$ является контравариантным функтором из категории $Гор^2$ пар топологических пространств в категорию колец.

Для пространства X , в частности кольцо $K_{\text{спец}}^{-n}(X)$ определяется следующим образом $K_{\text{спец}}^{-n}(X) \stackrel{\text{def}}{=} K^{-n}(О_{\text{отр}} X, [X], О_{\text{отр}} X)$. Тогда для пространства $A \subset X$ мы получаем

$$K_{\text{спец}}^{-n}(A) = K^{-n}(О_{\text{отр}} A, [A], О_{\text{отр}} A)$$

где $О_{\text{отр}} A$ — решетка открытых подмножеств подпространства A .

Имеет место легко устанавливаемый канонический изоморфизм

$$\chi_{(X,A)}: K^{-n}(О_{\text{отр}} X, B(A), О_{\text{отр}} X) \rightarrow K_{\text{спец}}^{-n}(A).$$

Этот изоморфизм строится по каноническому изоморфизму $Cov_1(B(A))$ на $Cov_1(A)$.

Наделим категорию $Гор$ пар топологических пространств отношением гомотопности, определяемым следующим образом:

Определение 1. Непрерывное отображение $f, g: (X, A) \rightarrow (Y, B)$ пар топологических пространств называются нерв-гомотопными, если индуцированные ими $f^*, g^*: (О_{\text{отр}} Y, [Y], B(B)) \rightarrow (О_{\text{отр}} X, [X], B(A))$ гомоморфизмы троек категории LF^2 являются гомотопными гомоморфизмами. Отношение нерв-гомотопности отображений f и g обозначим через $f \sim g$.

Очевидно, что это отношение гомотопности непрерывных отображений пар топологических пространств является отношением эквивалентности.

Ввиду гомотопической инвариантности функтора K^{-n} на категории LF^2 имеет место.

Теорема 2. Нерв-гомотопные отображения пар топологических пространств $f, g: (X, A) \rightarrow (Y, B)$ индуцируют равные гомоморфизмы $f^*, g^*: K_{\text{спец}}^{-n}(Y, B) \rightarrow K_{\text{спец}}^{-n}(X, A)$ колец. т. е. $f^n g \Rightarrow f^n = g^n$.

Построим теперь точную когомологическую последовательность пары (X, A) топологических пространств.

Для тройки $(О_{\text{отр}} X, [X], B(A))$, соответствующей паре (X, A) , имеем следующую коммутативную диаграмму

$$\begin{array}{c} i_{(X,A)}^* \rightarrow K^{-1}(О_{\text{отр}} X, [X], О_{\text{отр}} X) \xrightarrow{i_{(X,A)}^*} K^{-1}(О_{\text{отр}} X, B(A), О_{\text{отр}} X) \xrightarrow{\delta_{(X,A)}} K^0(О_{\text{отр}} X, [X], B(A)) \rightarrow \dots \\ \downarrow \chi_{(X,A)} \\ \dots \rightarrow K^{-1}(О_{\text{отр}} X, [X], О_{\text{отр}} X) \xrightarrow{i_{(X,A)}^*} K^{-1}(О_{\text{отр}} X, B(A), О_{\text{отр}} X) \xrightarrow{\delta_{(X,A)}} K^0(О_{\text{отр}} X, [X], B(A)) \rightarrow \dots \end{array} \quad (*)$$

где нижняя строка этой диаграммы есть точная когомологическая последовательность тройки $(О_{\text{отр}} X, [X], B(A))$. В диаграмме (*), производя следующие замены

$$i_{(X,A)}^* = \chi_{X,A} \cdot i^*, \delta_{(X,A)} = \delta \cdot \chi_{(X,A)}^{-1}$$

получаем точную последовательность

$$\dots \rightarrow K^{-1}(О_{\text{отр}} X, [X], О_{\text{отр}} X) \xrightarrow{i_{(X,A)}^*} K^{-1}(О_{\text{отр}} X, B(A), О_{\text{отр}} X) \xrightarrow{\delta_{(X,A)}} K^0(О_{\text{отр}} X, [X], B(A)) \rightarrow \dots$$

Теперь, учитывая определения колец $K_{\text{спец}}^{-n}(X, A)$, $K_{\text{спец}}^{-n}(X)$, $K_{\text{спец}}^{-n}(A)$, имеем следующую точную последовательность

$$\dots \rightarrow K_{\text{спец}}^{-1}(X, A) \xrightarrow{i_{(X,A)}^*} K_{\text{спец}}^{-1}(X) \xrightarrow{i_{(X,A)}^*} K_{\text{спец}}^{-1}(A) \xrightarrow{\delta_{(X,A)}} K_{\text{спец}}^0(X, A) \rightarrow K_{\text{спец}}^0(X) \xrightarrow{i_{(X,A)}^*} K_{\text{спец}}^0(A) \rightarrow \dots \quad (**)$$

Эта последовательность называется точной когомологической последовательностью пары топологических пространств (X, A) .

Легко видеть, что гомоморфизм $i_{X,A}^*: K_{\text{спец}}^{-n}(X) \rightarrow K_{\text{спец}}^{-n}(A)$ совпа-

дает с гомоморфизмом, индуцированным отображением вложения $\text{in}_{\text{ASX}}: A \rightarrow X$ подпространства A в пространство X , т. е.

$$i_{(X, A)}^* = \text{in}_{\text{ASX}}^*.$$

Таким образом, последовательность (**) на самом деле является когомологической последовательностью пары (X, A) .

Итак доказана теорема.

Теорема 3. Для произвольной пары (X, A) топологических пространств имеет место точная когомологическая последовательность (**).

Таким образом, резюмируя все приведенное, мы имеем.

Теорема 4. Система функтора и их естественных преобразований $\{K_{\text{spec}}^n(X, A)\}_{n \geq 0}, \delta_{(X, A)}(x, A) \in \text{Gor}^2$ удовлетворяет всем аксиомам теории когомологий на максимальной категории Gor^2 пар топологических пространств за исключением аксиомы размерности.

Мы покажем, что спектральный K -функтор на категории конечных полиэдров совпадает с K -функтором Атьи—Хирцебруха. С этой целью воспользуемся каноническими отображениями Спенсера [3]. Непрерывное отображение $f: X \rightarrow |\text{ner } v|$, удовлетворяющее условию $f^{-1}(st U) \subset U$ называется каноническим отображением. Известно, что для локально конечного открытого покрытия α любые два канонических отображения $f, g: X \rightarrow |\text{ner } v|$ гомотопны. В случае паракомпактных пространств, и следовательно, конечных полиэдров, для любого открытого покрытия α множество канонических отображений $f: X \rightarrow |\text{ner } v|$ непусто. Для любого проектирования $p: \alpha \rightarrow \alpha$ открытых покрытий и канонического отображения $f: X \rightarrow |\text{ner } v|$ композиция $f \cdot p: X \rightarrow |\text{ner } v|$ является каноническим отображением.

Пусть K —конечный симплициальный комплекс и $st K$ —покрытие звезд $st_k P$ всех вершин $P \in K^0$ комплекса K .

Обозначим через $st: |K| \rightarrow |\text{ner } v st|$ канонический гомеоморфизм $st(P) = st_k(P) \forall P \in K^0$. Отображение st является каноническим отображением.

Действительно, прообраз $st^{-1}(st_{\text{ner } v st} st_k P)$ открытой звезды $st_{\text{ner } v st} st_k P$ относительно комплекса $\text{ner } v st K$ звезды $st_k P \in \text{ner } v^0 st K$ произвольной вершины $P \in K^0$ совпадает с самой звездой $st_k P$, т. е.

$$st^{-1}(st_{\text{ner } v st} st_k P) = st_k P.$$

Для каждого конечного открытого покрытия $\alpha \in \text{Cov}_f(K)$ обозначим через $\alpha_*: K^{-n}(\text{ner } v \alpha) \rightarrow K^{-n}(|K|)$ гомоморфизм, индуцированный каким-нибудь каноническим отображением $f: |K| \rightarrow |\text{ner } v \alpha|$. Семейство $\{\alpha_*\}_{\alpha \in \text{Cov}_f(K)}$ является морфизмом прямого спектра

$$\{K^{-n}(\text{ner } v \alpha)\}_{\alpha \in \text{Cov}_f(K)}, \{K_{\alpha}^3\}_{\alpha \in \text{Cov}_f(K)} \text{ в кольцо } K^{-n}(|K|).$$

Действительно, для любых покрытий $\alpha, \beta \in \text{Cov}_f(|K|)$, таких, что $\beta > \alpha$ коммутативна диаграмма

$$\begin{array}{ccc} K^{-n}(\text{ner } v \alpha) & \xrightarrow{\alpha_*} & K^{-n}(|K|) \\ \downarrow & & \downarrow \\ K^{-n}(\text{ner } v \beta) & \xrightarrow{\beta_*} & K^{-n}(|K|) \end{array}$$

Индуцированный этим морфизмом гомоморфизм кольца $K_{\text{spec}}^{-n}(|K|)$ в кольцо $K^{-n}(|K|)$ обозначим через $\text{nev } v_{|K|}: K_{\text{spec}}^{-n}(|K|) \rightarrow K^{-n}(|K|)$. Рассмотрим также гомоморфизм $(st^{-1})_{|K|}: K_{\text{spec}}^{-n}(|K|) \rightarrow K_{\text{spec}}^{-n}(|K|)$, индуцированный гомоморфизмом $st^{-1}: |\text{ner } v st| \rightarrow |K|$.

Семейство $\text{nev } v^* = \{\text{nev } v_{|K|}\}_{K \in P_1}, (st^{-1})^* = \{(st^{-1})_{|K|}\}_{K \in P_1}$ представляет собой естественные преобразования функторов $K_{\text{spec}}^{-n}(X)$ и $K^{-n}(X)$ друг в друга на категории P_1 конечных полиэдров.

Для любого конечного полиэдра X гомоморфизмы $\text{nev } v_{|X|}, (st^{-1})_{|X|}^*$ являются взаимнообратными, и следовательно естественные преобразования $\text{nev } v^*, (st^{-1})^*$ суть естественные эквивалентности.

Таким образом доказана теорема.

Теорема 5. Функторы K^{-n} и K_{spec}^{-n} на категории P_1 конечных полиэдров изоморфны.

Пусть X, Y —компактные хаусдорфовы пространства, тогда множество $\text{Cov}_f(X) \times \text{Cov}_f(Y)$ является конфинальным подмножеством направленного множества $\text{Cov}_f(X \times Y)$ [4], и следовательно для определения кольца $K_{\text{spec}}(X \times Y)$ достаточно рассматривать направленность $\text{Cov}_f(X) \times \text{Cov}_f(Y)$.

Итак,

$$\begin{aligned} K_{\text{spec}}(X \times Y) &= \varinjlim_{\alpha = (\alpha_1, \alpha_2) \in \text{Cov}_f(X \times Y)} K(|\text{ner } v \alpha|) = \varinjlim_{(\alpha_1, \alpha_2) \in \text{Cov}_f(X \times Y)} K(|\text{ner } v \alpha_1| \times |\text{ner } v \alpha_2|) \\ &\approx \varinjlim_{(\alpha_1, \alpha_2) \in \text{Cov}_f(X \times Y)} K_{\Lambda}(|\text{nev } v \alpha_1| \times |\text{nev } v \alpha_2|) \end{aligned}$$

Пусть для каждого $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2) \in \text{Cov}_f(X \times Y)$

$[p_{1\alpha}, p_{2\alpha}]: K_{\Lambda}(|\text{nev } v \alpha_1|) \times K_{\Lambda}(|\text{nev } v \alpha_2|) \rightarrow K_{\Lambda}(|\text{nev } v \alpha_1| \times |\text{nev } v \alpha_2|)$ внешнее K -умножение, тогда ввиду его естественности система $\{[p_{1\alpha}, p_{2\alpha}]\}_{\alpha \in \text{Cov}_f(X \times Y)}$ гомоморфизмов есть морфизм прямых спектров $\{K_{\Lambda}(\alpha_1) \times K_{\Lambda}(\alpha_2)\}_{\alpha = (\alpha_1, \alpha_2) \in \text{Cov}_f(X \times Y)} \rightarrow \{K_{\Lambda}(\alpha)\}_{\alpha \in \text{Cov}_f(X \times Y)}$ и следовательно индуцирует гомоморфизм предельных групп

$$[p_1, p_2]: K_{\text{spec}}(X) \times K_{\text{spec}}(Y) \rightarrow K_{\text{spec}}(X \times Y),$$

который назовем внешним K -умножением.

Теперь для спектрального K -функтора на категории компактных хаусдорфовых пространств докажем теорему периодичности Бетта, т. е. должны доказать, что внешнее K -умножение при $Y = S^2$ является изоморфизмом.

Так как S^2 триангулируема, причем триангуляция $T = \{t, K\}$ конечная, то покрытия $\{^n \tau\}$ образуют конфинальное подмножество множества $\text{Cov}(S^2)$, здесь $^n \tau$ —покрытие S^2 , ассоциированное с n -кратным барицентрическим подразделением $^n T = \{^n t, ^n K\}$ триангуляции $T = \{t, K\}$ [4]. Для покрытия $\tau = \{\tau_{\alpha}\}_{\alpha \in \text{Cov}(S^2)}$ ассоциированного с триангуляцией $T = \{t, K\}$, первопокрытие τ является K и следовательно $|\text{ner } v \tau| \approx S^2$ и для каждого $n \geq 0$ $|\text{ner } v ^n \tau| \approx S^2$. Отсюда следует, что $K_{\Lambda}(S^2) \approx K_{\text{spec}}(S^2) \approx K_{\Lambda}(|\text{ner } v ^n \tau|)$ для каждого $n \geq 0$.

Рассмотрим направленное множество $\text{Cov}_f(X) \times \{^n \tau\}$ покрытий $X \times S^2$, являющееся конфинальным подмножеством множества $\text{Cov}_f(X \times S^2)$. Для каждого $(\alpha, ^n \tau) \in \text{Cov}_f(X) \times \text{Cov}_f(S^2)$ внешнее K -умножение является изоморфизмом, т. к. $|\text{ner } v ^n \tau| \approx S^2$, следовательно сис-

тема $\{[p_1, p_2, \dots, p_n] | (\alpha, \tau) \in \text{Cov}_i(X \times S^2) \}$ морфизмов индуцирует изоморфизм

$$K_{\text{spec}}(X) \times K_{\text{spec}}(S^2) \approx K_{\text{spec}}(X \times S^2)$$

Итак, имеет место

Теорема 6. На категории компактных хаусдорфовых пространств имеет место изоморфизм колец

$$K_{\text{spec}}(X) \times K_{\text{spec}}(S^2) \approx K_{\text{spec}}(X \times S^2)$$

Из этой теоремы получаем, что спектральный K -функтор можно определить и для положительных n , положив $K_{\text{spec}}^{2n} = K_{\text{spec}}^0$, $K_{\text{spec}}^{2n-1} = K_{\text{spec}}^{-1}$.

Пусть для каждого $\alpha \in \text{Cov}_i(X)$

$$\text{ch}_\alpha: K_i^* (|\text{nev } \alpha|) \rightarrow H^* (|\text{nev } \alpha|; Q)$$

характер чужения. Тогда ввиду естественности характера чужения, система $\{\text{ch}_\alpha\}_{\alpha \in \text{Cov}_i(X)}$ гомоморфизмов представляет собой морфизм прямых спектров $\{K_i^* (|\text{nev } \alpha|)\}_{\alpha \in \text{Cov}_i(X)} \rightarrow \{H^* (|\text{nev } \alpha|; Q)\}_{\alpha \in \text{Cov}_i(X)}$ и следовательно индуцирует гомоморфизм предельных групп

$$\text{ch}: K_{\text{spec}}^*(X) \rightarrow H_{\text{spec}}^*(X; Q),$$

где $H_{\text{spec}}^*(X; Q)$ спектральные группы когомологий пространства X , т. е. ch является естественным преобразованием спектрального K -функтора в спектральный функтор когомологий.

Т. к. для каждого $\alpha \in \text{Cov}_i(X)$ гомоморфизм $\text{ch}_\alpha \times Q: K_i^* (|\text{nev } \alpha|) \times Q \rightarrow H^* (|\text{nev } \alpha|; Q)$ является изоморфизмом то имеет место

Теорема 7. На категории компактных хаусдорфовых пространств гомоморфизм

$$\text{ch} \times Q: K_{\text{spec}}^*(X) \times Q \rightarrow H_{\text{spec}}^*(X; Q)$$

является изоморфизмом.

Литература

1. Атья М. Ф., Хирцебрух Ф. Сб. Мат-ка, 6:2, 1962. 2. Бунятов М. Р., Байрамов С. А. „ДАН Азерб. ССР“, № 5, 1933. 3. Спенсер Э. Алгебраическая топология. „Мир“, М., 1971. 4. Стиррод Н., Эйленберг С. Основание алгебраической топологии.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 16 II 1981

М. Р. Бунятов, С. А. Байрамов

ТОПОЛОЖИ ФЭЗАЛАР КАТЕГОРИЈАСЫНДА К-НЭЗЭРИЈӘ

Тоположи фэзалар категоријасында экстраординар кохомоложи нэзэријә тәшкил едән јени K -функтор дахил едилір. Бу функтор сонлу полиедрләр категоријасында Атјанын K -функтору илә изоморфдур. Әкәр Атјанын K -функтору сингулар кохомоложи нэзэријә илә бағлы идисә, бизим дахил етдијимиз K -функтор илә спектрал кохомоложи нэзэријә илә әлағәдардыр.

M. R. Bunyatov, S. A. Bayramov

K-THEORY ON THE CATEGORY OF TOPOLOGICAL SPACES

Using the nerve by P. S. Alexandrov on category of topological spaces, some extraordinary theory of cohomologies is constructed. On the category of finite polyhedron this theory coincides with the K -theory by Atiyah.

УДК 517. 946

МАТЕМАТИКА

К. Я. ЛЕОНОВ

ОБ ОГРАНИЧЕННОСТИ СКОРОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ

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

Рассмотрим распространение возмущений в модельной среде, представляющей собой n -мерное многообразие, в котором введена некоторая система координат.

Динамика этой среды пусть описывается уравнением

$$A(x_1, \dots, x_n, u_t) u_{tt} - \sum_{i=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} B_i(x_1, \dots, x_n, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}) = 0 \quad (1)$$

Здесь будут выявлены условия на функции $A(x_1, \dots, x_n, u_t)$ и $B(x_1, \dots, x_n, u_{x_1}, \dots, u_{x_n})$, при выполнении которых возмущения в рассматриваемой среде будут распространяться со скоростями, имеющими конечный верхний предел.

Уравнение (1) будем рассматривать в полосе $\Pi(T) = \{(x, t): x \in R_n; t \in [0, T]\}$. Относительно системы функций $B_i(x_1, \dots, x_n, z_1, \dots, z_n)$ ($i = \overline{1, n}$) предположим, что существует такая функция $\tilde{B}(x_1, \dots, x_n, z_1, \dots, z_n)$, что $\tilde{B}_{z_i}(x_1, \dots, x_n, z_1, \dots, z_n) = B_i(x_1, \dots, x_n, z_1, \dots, z_n)$. Рассматриваемые функции $u(x_1, \dots, x_n, t)$ пусть принадлежат такому классу, что функции $\tilde{A}(x_1, \dots, x_n, u_t)$ и $\tilde{B}(x_1, \dots, x_n, u_{x_1}, \dots, u_{x_n})$ суммируемы по любому ограниченному куску гиперповерхности размерности n , принадлежащей полосе $\Pi(T)$.

Здесь $\tilde{A}(x_1, \dots, x_n, \xi) = \int_0^\xi A(x_1, \dots, x_n, \eta) d\eta$.

Справедлива следующая

Теорема. Пусть выполняются условия: 1) существует такое число $\alpha > 0$, что $\tilde{A}(x_1, \dots, x_n, \xi) \geq \alpha \xi^2$, 2) функция $B(x_1, \dots, x_n, u_{x_1}, \dots, u_{x_n})$ удовлетворяет дифференциальному неравенству первого порядка

$$2\tilde{B}(x_1, \dots, x_n, z_1, \dots, z_n) - \sum_{i=1}^n \tilde{B}_{z_i}^2 \geq 0$$

и $\tilde{B}(x_1, \dots, x_n, z_1, \dots, z_n) = 0 \Leftrightarrow z_1 = \dots = z_n = 0$

Тогда скорости, с которыми распространяются возмущения в среде с динамикой описываемой уравнением (1), имеют конечный верхний предел.

Доказательство. Рассмотрим в полосе $\Pi(T)$ ограниченную

область Q_τ гомеоморфную цилиндру и обладающую следующими свойствами: одно основание лежит в плоскости $t=0$, а другое в плоскости $t=\tau$, ($\tau \leq T$); боковая поверхность S_τ является гладкой поверхностью и во всех точках ориентирована так, чтобы внешняя нормаль к ней $\vec{n}(\cos(\hat{x}_1 n), \dots, \cos(\hat{x}_n n), \cos(\hat{t}n))$ образует с осью t острый угол. Умножив уравнение (1) на u_t и проинтегрировав по Q_τ , получим

$$\int_{Q_\tau} A(x, u_t) u_{tt} dx dt - \int_{Q_\tau} u_t \sum_{i=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} B_i(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}) dx dt = 0,$$

где $x \equiv (x_1, \dots, x_n)$.

Отсюда, проделав очевидные преобразования, получим

$$\begin{aligned} & \int_{Q_\tau} \frac{\partial}{\partial t} \tilde{A}(x, u_t) dx dt + \int_{Q_\tau} \sum_{i=1}^n B_i(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}) u_{tx_i} dx dt - \\ & - \int_{S_\tau} u_t \sum_{i=1}^n B_i(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}) \cos(\hat{x}_i n) ds = 0 \\ & \int_{S_\tau} [\tilde{A}(x, u_t) + \tilde{B}(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n})] dx \Big|_{t=0}^{t=\tau} + \int_{S_\tau} (\tilde{A}(x, u_t) + \\ & + \tilde{B}(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n})) \cos(\hat{t}n) ds - \int_{S_\tau} u_t \sum_{i=1}^n B_i(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}) \cos(\hat{x}_i n) ds = 0. \end{aligned}$$

где Ω_0 — сечение области Q_τ плоскостью $t=t_0$.

Рассмотрим интеграл

$$\int_{S_\tau} \left[(\tilde{A}(x, u_t) + \tilde{B}(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n})) \cos(\hat{t}n) - u_t \sum_{i=1}^n B_i(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}) \cos(\hat{x}_i n) \right] ds.$$

Очевидно, имеем для подинтегрального выражения

$$\begin{aligned} & \left[(\tilde{A}(x, u_t) + \tilde{B}(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n})) \cos(\hat{t}n) - \sum_{i=1}^n B_i(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}) u_t \cos(\hat{x}_i n) \right] \cos(\hat{t}n) = \\ & = \tilde{B}(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}) \cos^2(\hat{t}n) + \tilde{A}(x, u_t) \cos^2(\hat{t}n) - \frac{1}{2} u_t^2 \sum_{i=1}^n \cos^2(\hat{n}x_i) + \\ & + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (u_t \cos(\hat{n}x_i) - B_i(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}) \cos(\hat{t}n))^2 - \\ & - \frac{1}{2} \cos^2(\hat{t}n) \sum_{i=1}^n B_i^2(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (u_t \cos(\hat{n}x_i) - \\ & - B_i(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}) \cos(\hat{t}n))^2 + \left[\tilde{B}(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}) - \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n B_i^2(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}) \Big] \cos^2(\hat{t}n) + \left[\tilde{A}(x, u_t) \cos^2(\hat{t}n) - \right. \\ & - \frac{1}{2} u_t^2 (1 - \cos^2(\hat{t}n)) \Big] = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (u_t \cos(\hat{n}x_i) - B_i(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}) \cos(\hat{t}n))^2 + \\ & + \left[\tilde{B}(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n B_i^2(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n}) \right] \cos^2(\hat{t}n) + \\ & + \frac{1}{2} u_t^2 \left[\frac{2 \tilde{A}(x, u_t)}{u_t^2} + 1 - \frac{1}{\cos^2(\hat{t}n)} \right] \cos^2(\hat{t}n). \end{aligned} \quad (2)$$

Выражение, стоящее в квадратных скобках во втором члене правой части (2), будет неотрицательным в силу второго условия теоремы. Выражение, стоящее в квадратных скобках в последнем члене (2), можно также сделать неотрицательным, если выбрать ориентацию боковой поверхности S_τ соответствующим образом, а именно, если

ориентировать ее так, чтобы $1 > \cos^2(\hat{t}n) \geq 1/1 + 2\alpha$. Ориентировав боковую поверхность S_τ указанным образом, получим

$$\begin{aligned} & \int_{S_\tau} (\tilde{A}(x, u_t) + \tilde{B}(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n})) \Big|_{t=0}^{t=\tau} dx \leq \int_{\Omega_0} (\tilde{A}(x, u_t) + \\ & + \tilde{B}(x, u_{x_1}, \dots, u_{x_n})) \Big|_{t=0} dx \end{aligned} \quad (3)$$

Предположим теперь, что начальные возмущения локализованы в ограниченной области $\Omega \in R^n$ и рассмотрим произвольную ограниченную область $\Omega' \in R^n$, отстоящую от Ω на положительном расстоянии r .

Тогда, построив область типа Q_τ с верхним основанием, образованном областью Ω' и ориентировав боковую поверхность так, чтобы

$\cos(\hat{t}n) = 1/1 + 2\alpha$, получим из (3), что за промежуток времени

$\tau < r \operatorname{tg}(\hat{t}n)$ возмущения не дойдут до области Ω' .

Замечание. Примерно также доказываться ограниченность скорости распространения возмущений, вызванных внешними объемными силами.

Рассмотренное свойство решений является обобщением известного свойства решений линейных гиперболических задач: решение $u(P)$ в некоторой точке P определяется данными Коши только в некоторой ограниченной области Γ_P , соответствующей точке P . Данные Коши вне этой области не влияют на значение $u(P)$ [1]. Это свойство соответствует тому факту, что гиперболические задачи связаны с распространением волн с конечной скоростью.

Литература

- Курант Р. Уравнения с частными производными. Мир. М., 1964.
Институт математики и механики Поступило 8. V 1981

НЭЖЭЧАНЛАНМАНЫН ЛАЙЛМА СУРЭТИНИН МЭЙДУДЛУГУ НАГГЫНДА

Моделлэндирилмиш мүнһитин динамикасыны тэсвир едэн квазиһэтти тэнлижэ бахылар. Гејри-хэтти функцијалар үзэринэ гојулмуш елэ шэртлэр мүнэјјөн едилмишдијр ки, бу шэртлэр дахилиндэ нэјэчанланмалар тэдгиг едилэн мүнһитдэ јухары сэрһэдди олан сур'этлэрлэ јайыларлар.

К. Ya. Leonov

ON THE BOUNDEDNESS OF SPEED OF PROPAGATION OF PERTURBATION

The quasi-linear equation presenting dynamics of model medium is examined. The condition to non-linear function in completion which the perturbation in examined medium will propagate with the speed having finite upper limit is revealed.

С. Г. АБДУЛЛАЕВА, В. А. АЛИЕВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УРОВНЕЙ ПРИЛИПАНИЯ В КРИСТАЛЛАХ Р-TiGaSe₂

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ч. М. Джусварлы)

Энергетический спектр ловушек—носителей заряда в высокоомных ($\rho = 10^{10} \div 10^{12}$ Ом·см при 77 К), специально не легированных монокристаллах $\rho = \text{TiGaSe}_2$, нами исследован двумя независимыми методами. Параметры уровней прилипания (УП) определены методом термостимулированного опустошения ловушек и в результате исследований вольт-амперных характеристик (ВАХ).

Образец кристалла TiGaSe_2 освещали светом из области собственной полосы поглощения при температуре 77 К. После этого кристаллы нагревали со скоростью 0,30 град/сек и измеряли термостимулированный ток (ТСТ), протекающий через образец в процессе нагревания. Кривая „высвечивания“ (рис. 1) имеет два широких и слабо перекрывающихся максимума при температурах 170 и 260 К. Площадь под пиком в области температур $T_1 \div T_M$ (T_M —температура, соответствующая максимуму ТСТ, T_1 —температура, при которой ТСТ достигает половины максимума) больше площади под пиком в области температур $T_M \div T_2$ (T_2 —температура, при которой ТСТ уменьшается вдвое от максимальной величины), поэтому, согласно [1], повторным прилипанием можно пренебречь. Энергии залегания уровней прилипания, соответствующих максимумам (E_i), а также концентрация уровней (N_i) и время релаксации свободных носителей (τ) были определены по Бьюбу [2]. Установлено, что в данном случае выполняется условие

$$\delta > \left(1 + \frac{2kT_M}{E_i}\right) \cdot \exp(-1), \text{ где } \delta = \frac{T_2 - T_M}{T_2 - T_1},$$

которое дает основание считать, что эти уровни являются быстрыми [1]. Сечения захвата для УП были вычислены по формуле [3]:

$$S = \frac{\beta E_i}{v_p k T_M^2 P_M},$$

где β —скорость нагрева, E_i —энергия залегания УП, v_p —тепловая скорость дырок, T_M —температура, соответствующая максимуму ТСТ, P_M —концентрация дырок при T_M . Вычисленные значения характеристических параметров УП приведены в табл. 1.

Статические ВАХ темнового тока монокристаллических структур измерялись при комнатной температуре с относительной погрешностью 2% по точку и 0,2% по напряжению. Высокая точность измерения напряжения V при этом необходима для повышения точности определения степени ВАХ [4]

$$\alpha = \frac{d(\lg J)}{d(\lg V)},$$

зависимость которой от V составляет основу для определения параметров полупроводника в используемых методах исследования ВАХ [4,5]. Такая обработка позволяет более точно чувствовать структуру

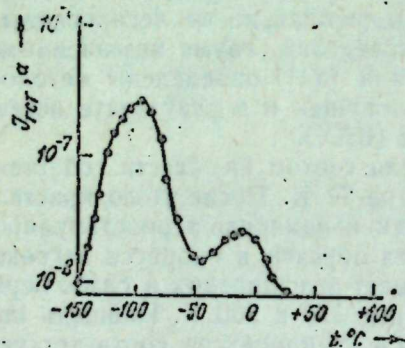


Рис. 1. Зависимость ТСТ от температуры.

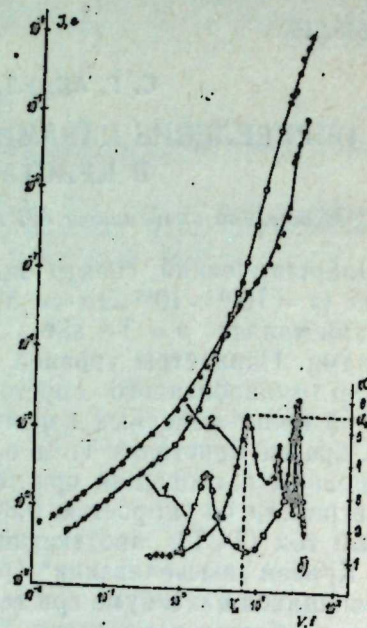


Рис. 2. Типичные статистические ВАХ темного тока (а) и зависимости α от V (б) монокристаллов TiGaSe_2 . Кр. 1—обр. Д26; 2—обр. Д21.

ВАХ, фиксировать ее особые точки и разграничивать режимы инжекции. Относительная погрешность определения α составляла $3 \pm 4\%$ при относительном интервале фиксации напряжения ВАХ $\frac{\Delta V}{V} < 0,1$.

Как следует из рис. 2, на ВАХ темного тока отчетливо видны линейные и сверхлинейные участки, а также скачки тока (максимумы $\alpha > 2$), обусловленные наличием локальных состояний в полупроводнике, согласно любой из инжекционных, полевых или барьерных моделей электропроводности. Весьма низкие значения дискриминационного коэффициента электропроводности свидетельствуют о наличии двойной инжекции носителей заряда в образцах TiGaSe_2 [6]:

$$Q_m = \frac{(2\alpha_m - 1)(\alpha_m - 1)}{\alpha_m^3} \cdot \epsilon_p S \cdot \frac{V_m^2}{4\pi d^3 J_m},$$

которые вычислены для максимумов α и приведены в табл. 2. Так как при этом $Q_m \ll 1$, ток в области скачков существенно превышает реально возможные инжекционные токи для случая монополярной инжекции. В случае $\epsilon = 21$ [7] и $\mu_p = 65$ см²/в.сек [8] такому пре-

дельно допустимому (безловушечному) току монополярной инжекции [9].

$$J \approx \frac{9}{32\pi} \cdot \epsilon_p S \frac{V^2}{d^3}$$

соответствует штриховая линия на рис. 2, а.

Таблица 1

Параметры JP в TiGaSe_2 , определенные по методу ТСТ

T_m, K	$P_m, \text{см}^{-3}$	$E_t, \text{эВ}$	$N_t, \text{см}^{-3}$	$\tau, \text{сек}$	$S, \text{см}^2$
170	$6,55 \cdot 10^9$	0,31	$9 \cdot 10^{14}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$5,13 \cdot 10^{-19}$
260	$7,0 \cdot 10^9$	0,53	$7 \cdot 10^{13}$	10^{-3}	$3,74 \cdot 10^{-18}$

Параметры двойной инжекции в области скачка проводимости в монокристалле согласно безмодельной теории [6] могут быть получены по известным параметрам скачка тока V_m, J_m, α_m (табл. 2):

$$P_m = \frac{\mu_n}{\mu_p} \cdot n_m = \frac{\alpha_m}{2\alpha_m - 1} \cdot \frac{d \cdot J_m}{e \cdot \mu_p S \cdot V_m},$$

$$\tau_{nm} = \frac{\sigma_m^2}{(2\alpha_m - 1)(\alpha_m - 1) \cdot \mu_n \cdot V_m} \cdot \frac{d^2}{d^2}$$

Таблица 2

Расчетные параметры УП кристаллов

№ обр.	α_m	$V_m, \text{В}$	$I_m, \text{А}$	Q_m	$P_m + \frac{\mu_n}{\mu_p} \cdot n_m, \text{см}^{-3}$	$\tau_{nm}, \text{с}$	$E_t, \text{эВ}$	$P_0, \text{см}^{-3}$	$E_{fp}, \text{эВ}$
Д21	5,57	6,75	$1,5 \cdot 10^{-7}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$1,07 \cdot 10^{11}$	$4,5 \cdot 10^{-4}$	0,515	$3,03 \cdot 10^{10}$	0,527
	4,6	17,5	$8,2 \cdot 10^{-5}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$4,1 \cdot 10^{12}$	$1,88 \cdot 10^{-3}$	0,413		
	5,46	27,5	$4,27 \cdot 10^{-5}$	$3,56 \cdot 10^{-3}$	$1,32 \cdot 10^{14}$	$1,12 \cdot 10^{-4}$	0,33		
Д26	3,67	2,25	$5,29 \cdot 10^{-9}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$5,2 \cdot 10^{10}$	$1,62 \cdot 10^{-3}$	0,518	$2,8 \cdot 10^{10}$	0,529
	3,45	25,5	$2,8 \cdot 10^{-6}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{12}$	$1,48 \cdot 10^{-4}$	0,42		
	6,0	29,5	$5,06 \cdot 10^{-6}$	$2,9 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{12}$	$1,01 \cdot 10^{-4}$			
А34	8,55	55,0	$3,4 \cdot 10^{-8}$	$1,52 \cdot 10^{-2}$	$2,05 \cdot 10^{10}$	$1,58 \cdot 10^{-4}$	0,553	$3,5 \cdot 10^{10}$	0,523
А31	2,83	25,0	$1,66 \cdot 10^{-6}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{12}$	$8,57 \cdot 10^{-4}$	0,432		
С21	3,87	25,5	$1,21 \cdot 10^{-5}$	$8,2 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{12}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	0,429		

где μ_p, μ_n — дрейфовая подвижность a, P_m, n_m — концентрация основных и неосновных носителей, в вышеуказанной области соответственно, τ_{nm} — время жизни в этой области неосновных носителей. Из таблицы следует, что в запрещенной зоне кристаллов TiGaSe_2 существуют заполненные дырками состояния ($\alpha_m > 2$). Наличие участков $J \sim V^{3/2}$ на ВАХ свидетельствует о бимолекулярном механизме рекомбинации носителей, в отсутствие заметного потока рекомбинации на глубокие ловушки. Бимолекулярная рекомбинация может осуществляться через УП, через быстрые S -уровни, а также путем прямой

зона-зонной рекомбинации. Коэффициент рекомбинации легко вычисляется по [10, стр. 142], и в нашем случае, составляет $5,9 \cdot 10^{-18} \text{ см}^3/\text{с}$ при эффективных массах носителей $m_p = 0,63 m_0$, $m_n = 0,33 m_0$ [8] и коэффициенте преломления $\Delta = 1,65$ [11].

Энергетическую глубину уровня определили по формуле:

$$E_t = \kappa T \ln \left[\frac{Q_v}{A_m P_m} \right],$$

где A_m — численная мера интеграла, которая табулирована в [6] в зависимости от степени ВАХ. Точность определения глубины залегания уровня $\pm 0,02 \text{ эВ}$. Q_v — плотность состояний края v -зоны, которая равнялась $1,4 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ для кристаллов TiGaSe_2 .

Собственная (объемная) концентрация основных носителей P_0 определялась по омическому участку ВАХ согласно формуле $P_0 = \frac{d}{e \mu S} (dJ/dV)_{V \rightarrow 0}$. Положение квазиуровня Ферми для дырок вычислено с использованием ее определения: $E_{fp} = \kappa T \ln [Q_v/P_0]$. Значения P_0 и E_{fp} приведены в табл. 2. При 77 К E_{fp} составляет 0,175 эВ от края валентной зоны. Как следует из табл. 2, заполняемые ЈП отчетливо подразделяются по энергетическому положению на три группы: $0,33 \pm 0,02$; $0,42 \pm 0,02$; $0,53 \pm 0,02 \text{ эВ}$, причем значения первой и третьей групп ЈП хорошо коррелирует со значениями глубины ЈП, определенные по методу ТСТ, которые равны 0,31 и 0,53 эВ, отсчитанные от края v -зоны.

Литература

1. Halperin A., Braner A. A. Phys. Rev., 117, 408, 1960.
2. Бьюб Р. Фотопроводимость твердых тел. ИЛ., 1962.
3. Voer K. W., Oberländer S., Voigt J. Ann. Physik, 2, 130, 1958.
4. Зюганов А. Н., Свечников С. В., Шульга Е. П. УФЖ, 23, 291, 1978.
5. Зюганов А. Н., Свечников С. В. Инжекционно-контактные явления в полупроводниках. Научная думка, Киев, 1981.
6. Зюганов А. Н., Свечников С. В., Тхорик А. Ю., Шульга Е. П. УФЖ, 22, 370, 1977.
7. Дарвиш А. М., Бахышов А. Э., Тагиров В. И. ФТП, 11, 780, 1977.
8. Guseinov G. D., Abdullayev G. B., Bldzina S. M., Seidov F. M., Ismailov M. Z. and Pashayev A. M. Phys. Lett., 33 A, 421, 1970.
9. Ламперт М., Марк П. Инжекционные токи в твердых телах. Мир, М., 1973.
10. Роуз А. Основы теории фотопроводимости. ИЛ., 1966.
11. Демидова Л. И., Карасева Л. А., Шилова М. В. Изв. ВУЗов, Физика, № 3, 134, 1978.

Институт физики

Поступило 9. IV 1982

С. Н. Абдуллаева, В. Э. Әлиев

P-TiGaSe, КРИСТАЛЛАРЫНДА ЈАПЫШМА СЭВИЈЭЛЭРИНИН ПАРАМЕТРЛЭРИНИН ТЭЈИН ЕДИЛМЭСИ

Термостимуллашмыш чэрэјан үсулу илэ ики јапышма сэвијэси ашкар едилмишдир. Бу сэвијэлэрини валент зонасынын таванындан олан енергетик месафэси (0,31 эВ вэ 0,53 эВ), контентрасијасы ($9 \cdot 10^{14}$ вэ $7 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$) вэ эбтэтмэнин си хэсији ($5,13 \cdot 10^{-19}$ вэ $3,74 \cdot 10^{-18} \text{ см}^2$) тэјин олунмушдур. Волт-ампер характеристикаларынын тэдгигиндэ тапмыш јапышма сэвијэлэри v -зонаја нэзэрэн енергетик вэзијэтинэ корэ үч група бөлүдүр: $0,33 \pm 0,02$; $0,42 \pm 0,02$ вэ $0,53 \pm 0,02 \text{ эВ}$.

S. G. Abdullayeva, V. A. Aliyev

DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF THE TRAPPING LEVELS IN P-TiGaSe, CRYSTALS

The parameters of the trapping levels have been determined by the method of the thermostimulated emptying of the traps and as a result of investigating the volt-ampere characteristics. The method of thermostimulated emptying of the traps allowed to observe two trapping levels with the depths $E_v \div 0,31 \text{ eV}$ and $E_v \div 0,53 \text{ eV}$. The concentrations ($9 \cdot 10^{14}$ and $7 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$) and capture cross-sections ($5,13 \cdot 10^{-19}$ and $3,74 \cdot 10^{-18} \text{ cm}^2$) of these levels have been determined. These levels are established to be the fast ones. By the energy position from the V -band edge the trapping levels determined from the volt-ampere characteristics may be divided into three groups $0,33 \pm 0,02$; $0,42 \pm 0,02$ and $0,53 \pm 0,02 \text{ eV}$. At the temperatures of 300 K the Fermi quasi-level in these crystals is by 0,53 eV above the valence band edge.

Э. А. МАСИМОВ, С. А. ГАДЖИЕВ, В. В. ПРУДЬКО
А. У. МАХМУДОВ, В. Б. ЮРХАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ОБРАЗОВАНИЯ И РАСПАДА НМЧ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ АГАРОЗЫ

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

В данной работе методом светорассеяния изучен процесс образования надмолекулярных частиц (НМЧ) в разбавленных водных растворах агарозы, т. е. именно полная индикатриса светорассеяния дает ценные сведения о структуре раствора на всех стадиях его старения.

Интенсивность избыточного светорассеяния измеряли на приборе ФПС-3 в интервале углов $30-160^\circ$ для синей линии ртути ($\lambda = 4360 \text{ Å}$) при комнатной температуре 18°C .

Индикатрисы рассеяния для свежеприготовленных растворов агарозы, представленные на рис. 1, а (кр. 1 и 2), имеют нерелеевский вид и сильно искривлены, что свидетельствует о наличии в растворе больших агрегатов или, как их называют некоторые авторы, микрогелевых частиц [1,2]. Индикатрисы рассеяния, полученные в последующие сутки (кр. 3, 4), как видно из рис. 1, а, со временем выпря-

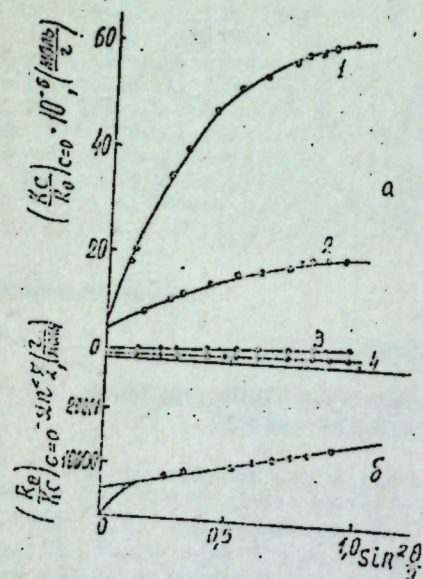


Рис. 1. а—изменение индикатрисы рассеяния водных растворов агарозы для одних (1), двух (2), трех (3) и четырех (4) суток; б—обработка кривой (1) на рис. 1, а по методу Ланге [1].

ряются и через 2–3 суток старения приобретают прямолинейный характер, что свидетельствует об агрегировании НМЧ до вполне определенного размера и молекулярной массы. О наличии НМЧ в раз-

бавленных водных растворах агарозы свидетельствует также температурная зависимость молекулярной массы по искаженным диаграммам Зимма, и найденные отрицательные значения второго вирального коэффициента A_2 во всем изученном температурном интервале (таблица).

$t, ^\circ\text{C}$	18	30	40	50	65	70	80	90
$A_2 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3 \text{ моль/г}^2$ (в ДМСО)	2,5	3,8	4,2	4,6	5	5	5	5,5
$A_2 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3 \text{ моль/г}^2$ (в H_2O)	—	−0,67	−0,44	−0,1	−0,04	−0,03	−0,03	−0,02

Действительно, отрицательное значение второго вирального коэффициента A_2 является результатом превосходства взаимодействия полимер—полимер над взаимодействием полимер—вода, что приводит к агрегации при столкновении во время беспорядочного движения макромолекул. Считая, что число НМЧ для свежеприготовленного (одни сутки) раствора наименьшее, кривую для 1 суток (рис. 1, а, кр. 1) обработали по методу Ланге [1], чтобы найти истинный молекулярный вес макромолекул, свободных от микрогелевых частиц (рис. 1, б). При этом молекулярный вес макромолекул $\bar{M}_{2,0}$ определяется тангенсом угла наклона прямолинейного участка зависимости

$\left(\frac{R_0}{Kc}\right)_{c=0} \cdot \sin^2 \frac{\theta}{2}$ от $\sin^2 \frac{\theta}{2}$ (R_0 —коэффициент рассеяния под углом θ относительно направления падающего света, C —концентрация полимера, K —константа для данной системы полимер—растворитель). Определенный таким образом истинный молекулярный вес агарозы оказался равным $\bar{M}_{2,0} = 13000 \text{ г/моль}$ (в предположении, что $\tau_2 = 1$), тогда как молекулярный вес, определенный по искаженным диаграммам Зимма в работах [3,4] значительно превышал значение 13000 и был ~ 120000 . Весьма интересным оказалось, что со временем индикатриса рассеяния, как было сказано, выпрямляется, что свидетельствует об агрегации частиц до определенного размера. Для определения молекулярной массы после 3-х суток было использовано построение Янга $\sin^{-2} \frac{\theta}{2} \left(\frac{Kc}{R_0}\right)_{c=0} - \sin^2 \frac{\theta}{2}$ [5], поскольку ввиду высокой мо-

лекулярной массы отрезок, отсекаемый на оси ординат $A = 1/\bar{W}_\infty$, соизмерим с разбросом точек около прямой и не может быть использован для определения молекулярной массы с достаточной степенью точности. Используя диаграмму Зимма, получили значения молекулярных масс, а также найденные из этих построений средние квадратичные радиусы инерции в зависимости от времени. На рис. 2 а представлены отношения молекулярной массы НМЧ к молекулярной массе свободных от НМЧ молекул в зависимости от времени. Как видно из рисунка, отношение $\bar{M}_0/\bar{M}_{2,0}$ в первые четверо суток резко возрастает, а затем, медленно увеличиваясь, доходит до постоянного значения. Радиусы инерции НМЧ (рис. 2, б) уменьшаются от значения 700 Å в первые сутки до значения 320 Å после 3-х суток измерения.

Полученные результаты показывают, что разбавленные водные растворы агарозы склонны к сильной ассоциации (о чем свидетельствуют большие значения молекулярной массы ассоциатов); при этом образовавшиеся надмолекулярные частицы уплотняются, уменьшаясь в размерах и образуя плотные ядра.

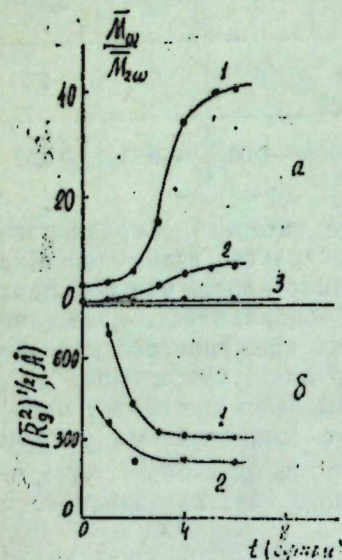


Рис. 2. а—изменение отношения молекулярной массы НМЧ к молекулярной массе молекул $\bar{M}_w/\bar{M}_{2w}$ в водном растворе агарозы без мочевины (1), в присутствии 8 м мочевины (2) и 10 м мочевины (3) в зависимости от времени; б—изменение радиуса инерции $(\bar{R}_g^2)^{1/2}$ НМЧ в водных растворах агарозы без мочевины (1) и в присутствии 8 м мочевины (2) в зависимости от времени.

Для выяснения природы сил, обуславливающих агрегацию частиц, были проведены измерения с добавлением мочевины после того как уже образовались НМЧ постоянного размера. Мочевина используется в качестве реагента, разрывающего водородные связи незаряженных полимеров, каким является агароза. Добавление ее приводит к резкому уменьшению молекулярной массы НМЧ и увеличению их размеров. Изучение кинетики раствора в присутствии 8 м мочевины (рис. 2) показывает резкое уменьшение числа частиц, входящих в НМЧ и молекулярной массы НМЧ, а это свидетельствует о том, что образование агрегатов в растворе обусловлено водородными связями. Найденная с помощью диаграммы Зимма молекулярная масса для свежеприготовленного раствора в присутствии 8 м мочевины оказалась равной 28000 ± 3000 г/моль. Такое значение молекулярной массы сохраняется в первые сутки, а затем медленно растет. При добавлении же 10 м мочевины значение молекулярной массы не изменяется в течение всего периода измерений. Измерения молекулярного веса агарозы в диметилсульфоксиде (ДМСО), который является хорошим растворителем для агарозы, дает значение 30000 ± 3000 г/моль. Такое значение молекулярного веса не изменялось в течение 6—7 суток, что указывает на отсутствие агрегации молекул агарозы в ДМСО. Совпадение значений молекулярных масс, измеренных в разных растворителях, и отсутствие кинетики агрегации в хорошем растворителе означает, что найденные значения молекулярного веса относятся именно к макромолекуле. Кривая, обработанная по методу Ланге [1] (рис. 1, б), как было указано, дает значение $\gamma_2 \bar{M}_{2w} = 13000$ г/моль. Сравнение значений молекулярных масс с полученной истинной молекулярной

массой приводит к значению коэффициента $\gamma_2 = C_1/C$ (C_1 —весовая доля свободных макромолекул в растворе, C —концентрация раствора) равного 0,44. Это свидетельствует о том, что примерно половина макромолекул в системе агароза+вода находится в агрегированном состоянии даже в свежеприготовленных растворах.

В таблице приведены вторые вириальные коэффициенты (A_2) в обоих растворителях (ДМСО и H_2O) во всем изучаемом температурном интервале, показывающие, что вода для агарозы является плохим растворителем ($A_2 < 0$), тогда как ДМСО—хорошим ($A_2 > 0$).

Литература

1. Lange H. Kolloid. Z. und Z. für Polymer, B240, № 1—2, 747, 1970.
2. Грановская Г. Л., Розинер Я. М. ВМС, т. XXIII, № 7, 316, 1931.
3. Масимов Э. А., Махмудов А. У., Прудько В. В., Юрханов В. Б. ДАН Азерб. ССР, № 3, 1932.
4. Hickson T. G. L. and Polson A. Blochim. Biophys. Acta, 165, 43—58, 1968.
5. Yang J. T. J. Polymer Sci., т. XXVI, 305, 1957.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 20. V 1982

Е. Э. Масимов, С. Э. Начижев, В. В. Прудко, А. У. Махмудов,
В. Б. Юрханов

АГАРОЗАНЫН СУДА МЭХЛУЛУНДА АГРЕГАТЛАРЫН ЭМЭЛЭ КЭЛМЭСИ ВЭ ПАРЧАЛАНМАСЫНЫН ТЭДГИГИ

Мөгалэдэ агарозанын сулу мэхлулуанда агрегатларын эмэлэ кэлмэси вэ парчаланмасынын кинетикасы тэдгиг олуумушдур. Агарозанын һэгиги молекул чэхиси тэ'гиги олуумушдур. Көстэриллишидир ки, агароза үчүн ДМСО јахшы, су нсэ нис һэлледишидир.

E. A. Masimov, S. A. Gadjelev, V. V. Prudko, A. U. Makhmudov,
V. B. Yurkhanov

THE INVESTIGATION OF SMP FORMATION AND DESTRUCTION KINETICS IN AQUEOUS AGAROSE SOLUTIONS

In present paper the kinetics of SMP formation and its destruction in aqueous agarose solutions was investigated. The true molecular weight of agarose molecule ($\approx 13,000$) was found. The inertia radii of agarose molecule were determined in H_2O and by adding of urea. The second virial coefficients in H_2O and DMSO were calculated. DMSO was found to be a good solvent for agarose while H_2O was a bad one.

УДК 539.293+536.7

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. С. АББАСОВ, Т. Х. АЗИЗОВ, А. Г. ГУСЕЙНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СУЛЬФИДОВ ГАДОЛИНИЯ

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

Согласно [1], диаграмма состояния систем Gd—S характеризуется соединениями следующего состава: GdS₂, Gd₂S₃, Gd₃S₄, GdS.

Фаза GdS₂ имеет тетрагональную сингонию с параметрами $a = 7,79 \text{ \AA}$ и $c = 7,92 \text{ \AA}$ [2].

Полуторный ромбический сульфид гадолиния Gd₂S₃ имеет $a = 7,23 \text{ \AA}$, $b = 3,91 \text{ \AA}$, $c = 5,3 \text{ \AA}$ и характеризуется полупроводниковыми свойствами.

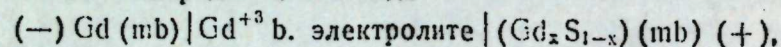
Соединение Gd₃S₄ имеет гексагональную сингонию с $a = 15,64 \text{ \AA}$ и $c = 14,44 \text{ \AA}$ и обладает интересными полупроводниковыми свойствами [3]. Моносульфид GdS также является полупроводником с кубической сингонией $a = 5,56 \text{ \AA}$. Различные физические свойства сульфидов гадолиния интенсивно исследуются. Однако физико-химические, в особенности термодинамические свойства изучены недостаточно.

Отрывочные данные содержатся в справочнике Миллса [4], а также в [5].

Между тем, сведения о термодинамических свойствах сульфидов гадолиния, помимо самостоятельного значения, важны и необходимы в вопросах технологии получения монокристаллов сульфидов гадолиния, при легировании, для определения их термической и химической устойчивости.

С целью пополнения этого пробела нами было проведено исследование термодинамических свойств сульфидов гадолиния методом э. д. с., детально описанными в [6].

В интервале 640—760 К измерялись э. д. с. концентрационных относительно электродов цепей вида



где x —мольная для Gd в сплаве.

В качестве электролита была применена эвтектическая смесь солей KCl + LiCl с $t_{\text{пл}} = 353^\circ\text{C}$.

Соли в отдельности предварительно обезвоживались, после чего к ним добавлялась соль GdCl₃.

Соединения GdS, Gd₃S₄, Gd₂S₃, GdS₂ были синтезированы сплавлением исходных компонентов в стехиометрическом соотношении методом прямого синтеза в однократной печи и в бомбе с перемешиванием [7]. Используемые компоненты имели чистоту: гадолиний—99,98%, сера марки В-3.

Подъем температуры в печи во время синтеза проводился медленно в течение 2—3 суток от комнатной до 1250°C . Для ускорения реакции редкоземельный металл измельчался до мелкой стружки в

Таблица 1

Соединение	Структурный тип	Период решетки			Литература
		a	b	c	
GdS	NaCl	5,52			Наст. исслед. [8]
		5,56			
	Между	15,58		14,20	Наст. исслед. [9]
Gd ₃ S ₄	NiAs и CdJ ₂	15,64		14,44	
$\alpha = \text{Gd}_2\text{S}_3$	$\alpha = \text{La}_2\text{S}_3$	7,28	3,94	15,29	Наст. исслед. [10]
		7,33	3,93	15,27	
GdS ₂	Кубич.	7,83			Наст. исслед. [2]
		7,88			

атмосфере сухого углекислого газа. Синтез проводился в графитированных особо чистых кварцевых ампулах с последующим отжигом при 700°C около 50 ч. Продукты синтеза контролировались химическим и рентгенофазовым анализами.

Таблица 2

Фазовая область	Температурный интервал, К	Потенциалобразующая реакция	$E = f(T), \text{ В}$
GdS ₂ —S	320—390	$\text{Gd}_{\text{тв}} + 2\text{S}_{\text{св}} = \text{GdS}_2$	$(1,601 - 0,103 \cdot T \cdot 10^{-3}) \pm 5 \cdot 10^{-3}$
Gd ₂ S ₃ —GdS ₂	640—760	$\text{Gd}_{\text{тв}} + 3\text{GdS}_{2\text{тв}} = 2\text{Gd}_2\text{S}_3$	$(1,380 - 0,204 \cdot T \cdot 10^{-3}) \pm 6 \cdot 10^{-3}$
Gd ₃ S ₄ —Gd ₂ S ₃	640—760	$\text{Gd}_{\text{тв}} + 4\text{Gd}_2\text{S}_{3\text{тв}} = 3\text{Gd}_3\text{S}_4$	$(1,109 - 0,117 \cdot T \cdot 10^{-3}) \pm 9 \cdot 10^{-3}$
GdS—Gd ₃ S ₄	640—760	$\text{Gd}_{\text{тв}} + \text{Gd}_3\text{S}_{4\text{тв}} = 4\text{GdS}$	$(0,963 - 0,098 \cdot T \cdot 10^{-3}) \pm 6 \cdot 10^{-3}$

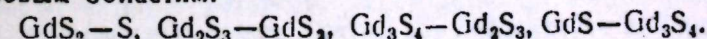
Результаты рентгенофазового анализа приведены в таблице, где сравниваются с литературными данными.

Таблица 3

Фаза	298 К			
	$-\Delta G^\circ$	$-\Delta H^\circ$	$-\Delta S^\circ$	S°
GdS ₂	$106,6 \pm 0,3$	$110,8 \pm 4,4$	$7,1 \pm 1,4$	$18,64 \pm 1,4$
Gd ₂ S ₃	$208,6 \pm 0,7$	$213,9 \pm 8,4$	$17,7 \pm 2,8$	$39,28 \pm 2,8$
		$288 \pm 30 [4]$		$47,5 \pm 3 [4]$
Gd ₃ S ₄	$302,9 \pm 1,1$	$310,8 \pm 12,1$	$26,3 \pm 4,0$	$59,92 \pm 4,0$
GdS	$91,8 \pm 0,4$	$94,3 \pm 3,7$	$8,2 \pm 1,2$	$16,04 \pm 1,2$
		$110 \pm 10 [4]$		$18,5 \pm 2 [4]$

Опыты проводились в H-образных ячейках из стекла пирекс.

Изучались э. д. с. электродов—сплавов, относящихся к следующим фазовым областям:



В таблице представлены уравнения температурной зависимости э. д. с. сплавов, относящихся к указанным фазовым областям.

Комбинирование уравнений с применением соотношений термодинамики позволило рассчитать стандартные значения энергии Гиббса, энтропии и энтальпии образования всех сульфидов гадолиния из твердых компонентов, которые приведены в табл. 3.

Погрешности всех величин были определены методом наименьших квадратов [11].

В табл. 3 приведены данные по энергии Гиббса, энтальпии, энтропии образования, а также энтропии сульфидов гадолиния, которые сопоставлены с имеющимися в литературе.

Вывод

Впервые методом э. д. с. изучены термодинамические свойства (энергия Гиббса, энтальпия, энтропия образования, а также абсолютная энтропия) сульфидов гадолиния.

Литература

1. Ярембаш Е. И., Елисеев А. А. Халькогениды редкоземельных элементов. Изд-во "Наука". М., 1975.
2. Webb A. W., Hall N. T. Inorg. Chem., 9, 1034, 1970.
3. Голубков А. В., Гончаренко Е. В., Жузе В. П. и др. Физические свойства халькогенидов редкоземельных элементов. "Наука". Л., 1973.
4. Mills K. C. Thermodynamic data for inorganic sulfides, selenides and tellurides. Butterworth, London, 1974.
5. Гордиенко С. П., Феночка Б. Ф., Виксман Г. Ш. Термодинамика соединений лантанондов. "Наукова думка", Киев, 1979.
6. Герасимов Я. И., Никольская А. В., Гейдерих В. А., Аббасов А. С., Вечер Ф. А. Сб. "Химическая связь в полупроводниках и твердых телах". "Наука и техника". Минск, 1965.
7. Гаджиев С. Н., Наджафов Ю. Б., Шарифов К. А. Изв. АН Азерб. ССР, 5, 51, 1961.
8. Landelli A. Rend. Accad. Lincei, 37, 1960, 1961.
9. Yaguchi K. J. Phys. Soc. Japan, 22, 673, 1967.
10. Prewitt C. T., Sleight A. W. Inorg. Chem., 7, 1090, 1968.
11. Налимов В. В. Применение математической статистики при анализе вещества. М., 1960.

Институт физики

Поступило 16. XI 1981

А. С. Аббасов, Т. Х. Эзизов, А. Г. Гусейнов

ГАДОЛИНИЙ СУЛЬФИДЛАРИНИН ТЕРМОДИНАМИК ХАССЭЛЭРИНИН ТЭДГИГИ

Илк dəfə ödərag EHG metodu ilə gadolinium sulfidlərinin termodinamik xassələri (Gibbs enerjisi, əmələəldmə entalpiyası və entropiyası, həmçinin mütləq entropiyası) əyrənilməmişdir.

A. S. Abbasov, T. Kh. Azizov, A. G. Guseinov

INVESTIGATION OF THERMODYNAMIC PROPERTIES OF GADOLINIUM SULPHIDES

The thermodynamical properties of gadolinium sulphides (Gibb's energy, enthalpy, entropy of the formation as well as the absolute entropy) are first investigated by the method of the electromotive force.

УДК 542.61:546.49

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Р. А. АЛЕКПЕРОВ, Н. Н. МАКОВ, А. А. АЛЕКПЕРОВ, Б. Ю. МУРАТОВ

ЭКСТРАКЦИЯ РТУТИ (II) МОНОТИОНАФТЕНОВЫМИ КИСЛОТАМИ

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

Исследованы экстракционные свойства монотионафтенных кислот (МТНК) по отношению к ртути (II). Рассмотрены закономерности ее распределения в зависимости от концентрации и природы минеральных кислот, концентрации экстрагента и природы органических растворителей. Определен состав экстрагируемого соединения и рассчитаны концентрационные константы экстракции.

Экстракционные системы с монотионафтенными кислотами различного строения, характеризующиеся высокой селективностью при разделении ряда элементов с заполненными *d*-орбиталями, рассмотрены нами ранее [1—4].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исследования проводили с микроколичествами ртути (II) ($C = 1,7 \times 10^{-6}$ г-ион/л), меченной радиоактивным изотопом ^{203}Hg . В качестве экстрагента использовали МТНК (средняя молекулярная масса 220), синтезированные по методике [5]; органические растворители предварительно очищали [6]. Все опыты по экстракции проводили в делительных воронках при соотношении объемов водной и органической фаз 5:1 (15 мл водного раствора и 3 мл экстрагента). Время контакта фаз на аппарате для встряхивания составляло 15 мин (в течение данного времени обеспечивалось равновесное распределение компонентов в системе). Изменение pH производили на приборе "pH-340" с использованием стеклянного электрода; радиоактивность проб измеряли на установке ПП-16 с торцевым счетчиком Т-25-БФЛ. Коэффициент распределения находили как отношение удельных активностей органической и водной фаз.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 приведена зависимость экстракции ртути (II) от природы минеральных кислот. Видно, что образование и извлечение монотионафтенатов ртути (II) происходит в очень широком интервале кислотности водного раствора. В области pH 1—10, независимо от природы минеральных кислот, ртуть (II) извлекается при однократной экстракции практически полностью. Влияние природы кислот проявляется при более высоких их концентрациях и выражается в изменении области количественной экстракции. Так, количественное

извлечение ртути (II) 0,01 М раствором МТНК в CCl_4 происходит до концентрации 1,0 н соляной, 3,0 н азотной и 14,0 н серной кислот. Как видим, ртуть (II) лучше всего извлекается из сернокислых растворов. хуже — из азотно- и солянокислых.

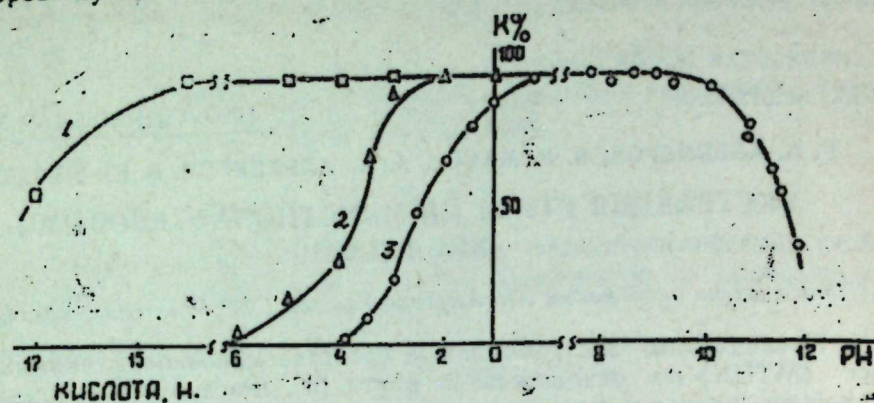


Рис. 1. Зависимость эффективности извлечения ртути (II) 0,01 М раствором МТНК от природы и концентрации минеральных кислот: 1— H_2SO_4 ; 2— HNO_3 ; 3— HCl

Во всех случаях, независимо от концентрации и природы минеральных кислот, экстракционное равновесие устанавливается в течение 15 мин, и фазы расслаиваются очень четко.

На рис. 2 приведена логарифмическая зависимость коэффициента распределения ртути (II) от концентрации водородных ионов при

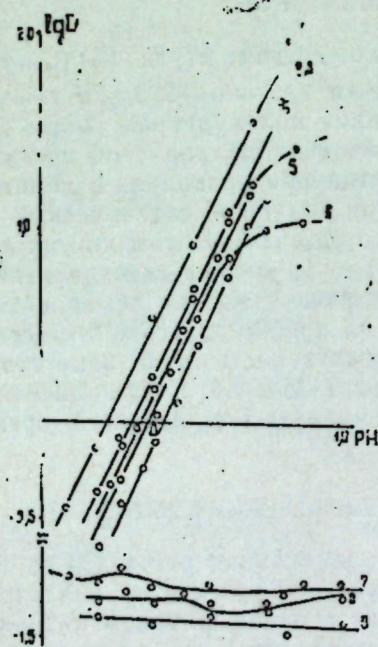


Рис. 2. Зависимость коэффициентов распределения ртути (II) от кислотности водной фазы и природы органических растворителей: 1—бензол; 2—четырехлористый углерод; 3—хлороформ; 4—гексан; 5—хлорбензол; 6—толуол; 7—изоамиловый спирт; 8—октиловый спирт; 9—бензиловый спирт.

экстракции 0,01 М раствором МТНК в различных органических растворителях. Извлечение производили из хлоридных систем с постоян-

ной ионной силой $\mu = 5$, создаваемой 5 н растворами NaCl и HCl . Графическая зависимость $\lg D_{\text{Hg}} - \text{pH}$ в изученной области кислотности водного раствора выражается прямой с тангенсом угла наклона, равным 2,0. Это свидетельствует об извлечении ртути (II) МТНК в результате обмена катиона ртути (II) на эквивалентное количество водородных ионов в молекуле реагента.

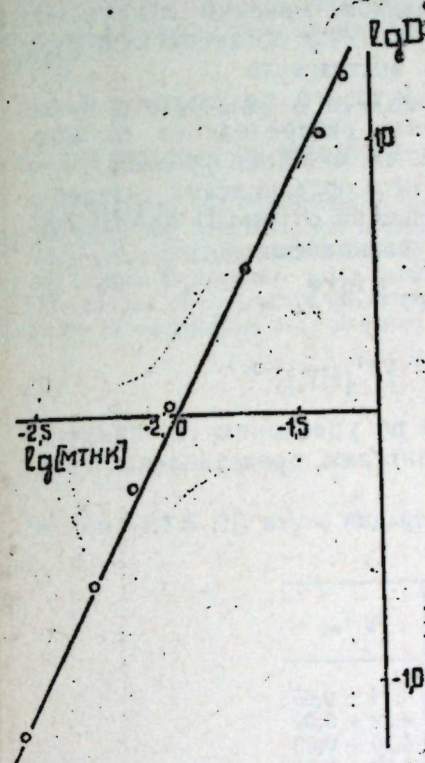


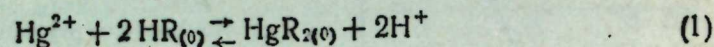
Рис. 3. Зависимость коэффициентов распределения ртути (II) от концентрации экстрагента.

При прочих одинаковых условиях величина коэффициента распределения ртути (II) зависит от природы органических растворителей. Из рис. 2 следует, что эффективность экстракции из солянокислой среды уменьшается в ряду: бензол > четыреххлористый углерод, хлороформ > гексан > хлорбензол > толуол. Указанная последовательность наблюдается также при экстракции ртути (II) из азотнокислых и сернокислых растворов (в сульфатных и нитратных системах). Для всех исследованных систем, содержащих различные растворители, кривые экстракции имеют одинаковую форму. При использовании изоамилового, октилового и бензинового спиртов извлечение тионафтенатов ртути (II) в исследованной области кислотности практически не происходит.

Для выяснения химизма экстракции изучали зависимость коэффициента распределения ртути (II) от концентрации водородных ионов и концентрации монотионафтенновых кислот в CCl_4 . Подвергали также элементному анализу органическую фазу, полученную при экстракции ртути (II) из растворов различных минеральных кислот. Результаты химического анализа показали, что в экстрактах, полученных при извлечении ртути (II) из растворов соляной, азотной и серной кислот, ионы соответствующих кислот практически отсутствуют.

Из рис. 3 следует, что при постоянной концентрации водородных ионов в водном растворе коэффициент распределения ртути (II) возрастает с увеличением концентрации МТНК в органической фазе. Графическая зависимость $\lg D_{\text{Hg}} - [\text{МТНК}]$, построенная по экспериментальным данным, полученным при экстракции ртути из солянокислых сред, в интервале концентраций МТНК $(0,25-5,0) \cdot 10^{-2} \text{ M}$ в CCl_4 , прямолинейна с угловым коэффициентом, близким к двум. Из этого следует, что монотионафтенаты ртути (II) в органическую фазу извлекаются без сольватации молекулами экстрагента.

На основании химического анализа экстракта, результатов биогарифмических зависимостей коэффициента распределения от концентрации водородных ионов и экстрагента, а также учитывая, что в изученной области концентраций МТНК в органических растворителях не димеризуются [7], реакцию экстракции ртути (II) монотионафтевыми кислотами можно представить уравнением:



с константой экстракции

$$K_{\text{ex}} = [\text{HgR}_2]_o [\text{H}^+]^2 [\text{Hg}^{2+}]^{-1} [\text{HR}]_o^{-2} \quad (2)$$

Константы экстракции, рассчитанные по уравнению (2) применительно к различным органическим растворителям, представлены в таблице.

Концентрационные константы реакции экстракции ртути (II) МТНК из солянокислых сред

Органический растворитель	$\lg K_{\text{ex}}$
Бензол	$4,54 \pm 0,03$
Четыреххлористый углерод	$4,22 \pm 0,02$
Хлороформ	$4,20 \pm 0,03$
Гексан	$4,09 \pm 0,05$
Хлорбензол	$4,01 \pm 0,03$
Толуол	$3,79 \pm 0,05$

Реэкстракцию ртути (II) из органической фазы производили 6,0 N соляной кислотой, при этом в водную фазу переходит 50—55% ртути (II). Лучшим реагентом для реэкстракции является 5%-ный раствор тиомочевина в 0,3 N H_2SO_4 . При одномоментном перемешивании экстракта с этим раствором ртуть (II) реэкстрагируется полностью.

Литература

1. Алекперова А. А., Алекперов Р. А., Золотов Ю. А. ЖАХ, т. XXV, 2283, 1970.
2. Золотов Ю. А., Алекперова А. А. ЖАХ, т. XXVI, 131, 1971.
3. Золотов Ю. А., Алекперова А. А. ЖАХ, т. XXVI, 2038, 1971.
4. Алекперов Р. А., Мамедов М. М. ЖАХ, т. XXVIII, 1001, 1973.
5. Алекперов Р. А., Алекперов Р. А. Сб. Исследования в области неорганической и физической химии АН Азерб. ССР, Баку, "Элм", 1970.
6. Берлин А. Я. Техника лабораторной работы в органической химии. "Химия", М., 1973.
7. Алекперова А. А. Канд. дисс. ИНФХ АН Азерб. ССР, Баку, 1971.

Институт неорганической и физической химии

Поступило 6. VII, 1981

Р. Э. Элекбаров, Н. Н. Маков, А. Э. Элекбарова, Б. Ж. Муратов

ЧИВЭНИИ МОНОТИОНАФТЕН ТУРШУЛАРЫ ИЛЭ ЕКСТРАКСИЛАСЫ

Магадэдэ чивэни мұхтәлиф шәрантә монотионафтен туршулары (МТНТ) илэ экстраксиясы тәдгиг едилмишдир. Иквивалентли чивэ катионлары 0,01 M МТНТ-ын CCl_4 мәһлулу илэ сульфат туршусу (0,1—17,0 н.) азот туршусу (0,1—6,0 н.) вә хлорид туршусу (0,1—4,0 н.) мәһлулларындан там экстраксия олуноур. Экстраксия олуноу бирләшмәнин тәркиби мұәјјәнләшдирилишиш вә реаксиянын сабити тәјјин едилмишдир.

R. A. Alekperov, N. N. Makov, A. A. Alekperova, B. Yu. Muratov

EXTRACTION OF MERCURY (II) BY MONOTHIONAPHTENIC ACIDS

Extraction of microquantities of mercury by 0.01 m solutions of monothionaphtenic acids in CCl_4 depending on concentration and nature of mineral acids is studied. Maximal extraction reaches 0.1—17 N from sulphuric, 0.1—6 N from nitrogenic and 0.1—4 N from hydrochloric acids solutions. Mechanism of extraction is determined by equilibrium displacement method and constants of equilibrium are calculated.

УДК 549.673+541.183

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. Х. АННАГИЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ С Cr_2O_3 И La_2O_3 РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИМ, ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

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

Природные цеолиты широко используются в качестве адсорбентов и катализаторов после обработки их соответствующими электролитами. Частицы цеолитированного туфа состоят из мелких монокристаллов цеолита, беспорядочно сросшихся в различных направлениях в примесных минералах [1].

Представляет большое практическое значение изучение характера взаимодействия природных цеолитов с CrO_3 , $\text{Cr}(\text{OH})_3$, La_2O_3 физическими методами.

Для исследования образовавшихся новых фаз при взаимодействии цеолитов с окисью хрома применяются данные рентгенографического и инфракрасно-спектроскопического исследования, которые дают ценную информацию о природе активных поверхностных соединений, входящих в состав цеолитосодержащих катализаторов, играющих важную роль в химическом превращении углеводородов. При введении в состав образца клиноптилолита Айдагского месторождения $15\% \text{Cr}_2\text{O}_3 + 1,5\% \text{La}_2\text{O}_3$ и после прокалики при 500°C в течение 6 ч. происходит сильное изменение интенсивности рефлексов клиноптилолита и на дифрактограмме появляются малоинтенсивные рефлексы Cr_2O_3 (1,67; 1,81; 2,65 Å) и рефлексы 2,90; 3,40; 4,32 Å, которые соответствуют CrO_3 [2]. После трехкратной обработки клиноптилолита 0,2 N водным раствором KCl и введением в состав того же образца $15\% \text{Cr}_2\text{O}_3 + 1,5\% \text{La}_2\text{O}_3$, на дифрактограмме образца наблюдаются рефлексы, характерные для Cr_2O_3 , и имеет место уменьшение интенсивности рефлексов, характерных для клиноптилолита, по сравнению с дифрактограммой цеолитосодержащего катализатора того же состава, в котором клиноптилолит не обрабатывался водным раствором KCl.

Однако надо отметить, что при нанесении $\text{Cr}(\text{OH})_3$ — в различных соотношениях и при дальнейшей обработке водным раствором KCl (в составе образца содержится $15\% \text{Cr}_2\text{O}_3$ и $4\% \text{H}_2\text{O}$) на образцах клиноптилолита Айдагского месторождения наблюдается уменьшение интенсивности рефлексов, характерных для клиноптилолита.

Таким образом, при обработке клиноптилолита, полученного из Айдагского месторождения CrO_3 , $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{La}(\text{NO}_3)_3$, K_2O , происходит сильное взаимодействие клиноптилолита с активными компонентами, в результате некоторое количество атомов хрома входит в решетку цеолита и происходит частичная аморфизация цеолита.

При введении $15\% \text{Cr}_2\text{O}_3 + 1,5\% \text{La}_2\text{O}_3$ в состав природного морденита Нахичеванской АССР, обработанного 1 N водным раствором NH_4Cl и после прокалики образца на воздухе при 600°C в течение 6 ч происходит сильное уменьшение интенсивности рефлексов, характерных для морденита: 9,03; 4,50; 3,96; 3,44; 3,19 Å и на дифрактограмме появляются малоинтенсивные рефлексы, характерные для Cr_2O_3 и CrO_3 . При обработке морденита 1 N водным раствором KCl, а далее 1%-ным раствором KCl и введении в состав того же образца $15\% \text{Cr}_2\text{O}_3$ (образец Y_{15}) степень разрушаемости природного морденита больше, чем у образца, обработанного 1 N водным раствором NH_4Cl и имеющего в составе $15\% \text{Cr}_2\text{O}_3$ и $1,5\% \text{La}_2\text{O}_3$.

При введении в состав образца природного морденита $15\% \text{Cr}_2\text{O}_3 + 1,5\% \text{La}_2\text{O}_3$ (образец Y_{12}) интенсивность рефлексов природного морденита уменьшается слабее по сравнению с образцами, обработанными 1 N водными растворами NH_4Cl , KCl и далее введенным $15\% \text{Cr}_2\text{O}_3 + 1,5\% \text{La}_2\text{O}_3$.

В результате рентгенографического исследования образцов морденита, полученного из Нахичеванской АССР после обработки их водными растворами NH_4Cl , KCl и CrO_3 , было установлено, что после обработки природного морденита 1 N водными растворами NH_4Cl , KCl и дальнейшем введении в состав того же образца $15\% \text{Cr}_2\text{O}_3 + 1,5\% \text{La}_2\text{O}_3$, степень разрушаемости цеолита больше, чем морденита, не обработанного NH_4Cl , KCl, но введенного в состав образца $15\% \text{Cr}_2\text{O}_3 + 1,5\% \text{La}_2\text{O}_3$. Таким образом, после обработки морденита водными растворами NH_4Cl , $\text{Cr}(\text{OH})_3$ и при взаимодействии этих образцов с CrO_3 и $\text{Cr}(\text{OH})_3$ происходит усиление аморфизации цеолита по сравнению с цеолитами, не обработанными растворами NH_4Cl и KCl.

Для дальнейшего исследования характера взаимодействия между клиноптилолитом, морденитом с активными компонентами (CrO_3 , $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{La}(\text{NO}_3)_3$, K_2O), полученные образцы были подвергнуты спектроскопическому исследованию. В инфракрасном спектре природного клиноптилолита, полученного из Айдагского месторождения, наблюдались полосы поглощения с максимумами при 3640, 3570, 3460, 1640, 1540, 1380, 1160, 1080, 940, 800, 770, 610, 530, 475 cm^{-1} , а при введении в состав того же образца $15\% \text{Cr}_2\text{O}_3 + 1,5\% \text{La}_2\text{O}_3$ из спектра исчезают полосы поглощения с максимумами при 530, 940 cm^{-1} и появляются полосы поглощения при 590 cm^{-1} . При смешении $\text{Cr}(\text{OH})_3$ с образцом, полученным из Айдагского месторождения и дальнейшая обработка его K_2O и после прокалики при 500°C в течение 6 ч возрастает интенсивность полосы поглощения при 590 cm^{-1} , а полоса поглощения при 1630 cm^{-1} смещается до 1640 cm^{-1} с возрастанием интенсивности; полоса же поглощения с максимумом при 3640 cm^{-1} смещается до 3610 cm^{-1} (в составе образца содержится $15\% \text{Cr}_2\text{O}_3$; $2\% \text{K}_2\text{O}$).

Наблюдаемые в спектре образцов полосы поглощения в области 1380 — 1400 cm^{-1} характеризуют деформационные колебания OH-групп [3], а полоса поглощения при 3750 cm^{-1} валентные колебания Si—OH [4].

Полосы поглощения с максимумами при 3460 и 1640 cm^{-1} соот-

ветствуют валентным и деформационным колебаниям адсорбированных молекул воды на поверхности цеолитсодержащих катализаторов [4]. Полоса поглощения при $3650\text{--}3610\text{ см}^{-1}$ характеризует валентные колебания Al—OH [4,5]. Однако надо отметить, что полосы поглощения в области $770\text{--}800\text{ см}^{-1}$ характеризуют колебания связи Si—O в цеолитах, кварце и силикатах [6]. Пик в области 800 см^{-1} характерен для кварца и SiO_2 [7,8].

Связь Si—O—Al характеризуется полосой поглощения в области $720\text{--}780\text{ см}^{-1}$ [9]. Наблюдаемая полоса поглощения при 960 см^{-1} характеризует связь Al—OH . Из литературы [10] известно, что полоса поглощения при 3550 см^{-1} была отнесена к гидроксильным группам, образовавшимся на местах с дефицитом катионов и она сдвинута в сторону меньших частот с ростом средства к электрону соответствующего катиона. Однако надо отметить, что возрастание интенсивности полосы поглощения при 590 и 640 см^{-1} связано с сочетанием валентного колебания Cr—O и La—O . Полоса поглощения в области $\sim 580\text{ см}^{-1}$ связана с содержанием Al в цеолите; чем меньше содержание Al , тем выше значение $\sim 580\text{ см}^{-1}$. Полоса поглощения в области $420\text{--}500\text{ см}^{-1}$ соответствует деформационным колебаниям внутри тетраэдров TO_4 .

Однако надо отметить, что наблюдаемые полосы поглощения в области 1540 см^{-1} указывают на имеющиеся примеси других минералов [11].

При введении в состав образца природного морденита $15\%\text{ Cr}_2\text{O}_3$ и $1,5\%\text{ La}_2\text{O}_3$ в спектре появляется слабая полоса поглощения при 550 см^{-1} , а полоса поглощения с максимумом при 570 см^{-1} смещается до 560 см^{-1} и возрастает интенсивность полосы поглощения при 630 см^{-1} . Из спектра исчезают полосы поглощения с максимумами при 960 , 1220 см^{-1} , а полоса поглощения при 1100 см^{-1} смещается до 1050 см^{-1} .

Однако надо отметить, что независимо от количества активного компонента, введенного в состав морденита, положение полосы поглощения при 690 см^{-1} не меняется; а полоса поглощения при 570 см^{-1} зависит от количества активного компонента, вводимого в состав морденита и смещается до 550 см^{-1} .

Таким образом появление новых полос поглощения в области колебания каркаса и смещение некоторых полос поглощения показывает на существование взаимодействия между природными цеолитами и активными компонентами.

Проведенные спектроскопические исследования в инфракрасной области показывают, что на поверхности цеолитсодержащих образцов существует несколько типов гидроксильных групп, которые отличаются друг от друга в энергетическом отношении.

Таким образом проведенные рентгенографические и спектроскопические исследования показывают, что в результате обработки природных цеолитов Cr_2O_3 , $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{La}(\text{NO}_3)_3$, K_2O и после прокалики при $500\text{--}600^\circ\text{C}$ на воздухе происходит частичное внедрение хрома в решетку цеолита и при этом происходит частичная аморфизация цеолита, а оставшийся хром в составе образца находится в виде Cr_2O_3 , CrO_3

Литература

1. Крюков В. Л., Челищев Н. Ф., Беляева И. Д. "Коллоид. ж.", т. 43, № 1, стр. 171—175, 1981.
2. Миркин Л. И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. М., 1961.
3. Ширинская Л. П., Ермеленко Н. Ф. "Ж. физ. химии", № 1, стр. 143, 1972.
4. Давыдов В. Я., Журавлев Л. Г., Киселев А. В. "Ж. физ. химии", 28, 2047, 1964.
5. Булгаков С. В., Уваров А. В., Антипина Т. В. "Ж. физ. химии", 43, 681, 1969.
6. Лазарев А. Н. "Колебательные спектры и строение силикатов". М., 1968.
7. Марков А. Д. "Кинетика и катализ", т. 2, вып. 1, 1961.
8. Зулфугаров З. Г., Аннагиев М. Х., Джавадов М. Н., Насибов М. М. "Азерб. хим. ж.", № 4, стр. 87, 1975.
9. Уваров А. В. "Ж. физ. химии", т. 36, 1346, 1962.
10. Кн. "Химия цеолитов и катализ на цеолитах", стр. 156—157, "Мир", М., 1980.
11. Чалый В. П., Макарова З. Я. "Укр. хим. ж.", № 11, 1969.

Институт неорганической и физической химии

Поступило 6. VII 1981

М. Х. Аннагӱев

ТАБИИ СЕОЛИТЛАРИН Cr_2O_3 ВЭ La_2O_3 ГАРШЫЛЫГЛЫ ТЭ'СИРИНИН [ХАРАКТЕРИНИН РЕНТКЕНОГРАФИК, ИНФРАГЫРМЫЗЫ СПЕКТРОСКОПИЈА ҮСУЛЛАРЫ ИЛЭ ТЭДГИГИ

Табии клиноптилолит вэ морденит сеолитлэри NH_4Cl вэ KCl дузларынын сулу мөлхуллаы илэ ишлэндикдэн сонра вэ табии һалда CrO_3 , $\text{Cr}(\text{OH})_3$, La_2O_3 -лэ гаршылыгылы тэ'сиринин характери ренткенографик, инфрагырмызы спектроскопик үсуллара тэдгиг едилмишдир.

Апарылмыш тэдгигатларын нәтиҗәсиндә мѳәјјән едилмишдир ки, клиноптилолит вэ морденити NH_4Cl вэ KCl дузларынын сулу мөлхуллаы илэ ишлэндикдә вэ сонра һәмни нүмунэлэрин ичәрисинә $\text{Cr}(\text{OH})_3$, CrO_3 , La_2O_3 дахил едилмишдир.

Нәтиҗәдә актив компонентләрлэ сеолитләр арасындакы гаршылыгылы тэ'сирин нәтиҗәсиндә Cr атомунун мѳәјјән һиссәси схемин кристаллик гәфәсинә дахил олмуш вэ бунун нәтиҗәсиндә кристаллик гурулушун мѳәјјән һиссәси аморфлашмышдир.

М. Kh. Annagliev

INVESTIGATION OF THE INTERACTION CHARACTER OF THE NATURAL ZEOLITES WITH Cr_2O_3 AND La_2O_3 BY ROENTGENOGRAPHIC, IR-SPECTROSCOPIC METHODS

The interaction character of CrO_3 , $\text{Cr}(\text{OH})_3$, La_2O_3 with clinoptilolite and mordenite-type natural zeolites was investigated before and after treatment with their aqueous solution of NH_4Cl and KCl by roentgenographic and spectroscopic methods.

As a result of carried out investigations it is determined that by treatment of clinoptilolite and mordenite with the aqueous solution of NH_4Cl and KCl with the further addition of $\text{Cr}(\text{OH})_3$, CrO_3 and La_2O_3 to their composition the interaction occurs between the active components and natural zeolites, as a result of which chrome is inculcated into zeolite lattice and by this the partial amorphisation of samples takes place.

Д. Д. МАЗАНОВ

ВОПРОС О ТЕОРИИ СТРАТИФОРМНОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. Д. Султановым)

До сих пор стратиформное рудообразование не получило своего удовлетворительного разрешения. До 60-х годов месторождения этого типа относились к гидротермальным.

Существует ряд работ по теории рудообразования, но изложение их результатов выходит за рамки нашей статьи. Достижения геологии рудных месторождений трех последних десятилетий привели к отказу от традиционной идеи о гидротермальном происхождении стратиформных месторождений цветных полиметаллических руд и выдвинули на смену новые представления об осадочном рудогенезе.

Вначале геологи-рудники полагали, что удастся найти способ разрешения возникшего конфликта. Многие из них, вплоть до сегодняшнего дня, не прекращают попыток примирения идеи гидротермальной гипотезы с осадочной. Однако теория и практика геологоразведочных работ указывают на непримиримость этого противоречия.

Существует множество месторождений Cu, Pb, Zn и других металлов в песчано-глинистых и карбонатных отложениях, физико-химические условия образования которых столь близки к условиям формирования вмещающих отложений, что здравый смысл настоятельно требует приписать им первично-осадочный генезис.

Металлогенические исследования шельфовых зон и дна океанов, известное на сегодняшний день число месторождений, условия нахождения, не позволяют, чтобы их можно было считать "гидротермальными".

В результате, некоторым геологам-эндогенщикам пришлось отказаться от мысли, что многие из известных месторождений цветных полиметаллических руд являются гидротермальными образованиями. Стремительно развивающиеся исследования приведут к открытию таких месторождений других металлов, которые мы уже сможем отнести к разряду первично-осадочных. Сегодня кандидатами на эту роль являются интенсивно изучаемые стратиформные месторождения золота, ртути, олова, вольфрама и др., промышленные месторождения которых всегда считались гидротермальными. Однако стратиформные месторождения этих металлов в настоящее время стали относить к осадочным.

Правда, еще недостаточно полно освещено размещение стратиформных месторождений в геосинклинально-складчатых областях разных типов, платформах, областях тектоно-магматической активизации и срединных массивах. Более того, еще неясно, какие представления вкладываются в понятие "стратиформные месторождения". Последние

представляются как комбинации гидротермального и осадочного рудогенеза. Например, предполагается, что пиритовые руды образуются на морском дне (независимо от источников оруденения), а Cu, Pb, Zn и сопутствующие им элементы являются наложенными гидротермальными в последующие этапы рудообразования. Эта точка зрения вновь приводит нас к противоречию. Для того, чтобы Cu, Pb, Zn "садились" на Fe, образуя наблюдаемые в природе комбинированные колчеданно-полиметаллические месторождения, нет никакой необходимости допускать большой разрыв во времени между собственно колчеданными и полиметаллическими рудами. Пока нет строгой геологической и физико-химической формулировки этой идеи, серьезно обсуждать ее не имеет смысла. Первично-осадочные пиритовые руды представляют удобные "ловушки" для полиметаллов, но эти комбинации можно объяснить и не прибегая к наложенному гидротермальному процессу. Приуроченность колчеданно-полиметаллических месторождений к раннегеосинклинальному этапу рудообразования не дает прямого указания на обязательное существование более позднего (постскладчатого, гидротермального) рудогенеза.

Идея, основанная на проявлении подводных вулканогенных потоков и газогидротермов, которые оказались во власти бассейна осадконакопления и, в дальнейшем, подчинялись всем закономерностям морской седиментации и диагенеза, интенсивно обсуждалось еще до появления концепции первично-осадочного рудогенеза. При этом всегда возникали трудности в отношении локализации и удаленности оруденения от подводных вулканических построек. Когда оруденение находится вблизи от источника рудоформирующих растворов, например, в вулканогенно-осадочных формациях, этого конфликта, видимо, нет: гидротермально-осадочная концепция может давать правильные прогнозы. Однако для нормально-осадочных песчано-глинистых и карбонатных формаций с промышленными скоплениями цветных металлов видимую связь оруденения с источниками рудного вещества никогда не удавалось сформулировать без противоречий. Формулировка гидротермально-осадочной теории для таких колчеданно-полиметаллических руд в песчано-глинистых формациях и полиметаллических месторождений в карбонатных толщах сталкивается с определенными трудностями. Такая ситуация, иногда обозначаемая термином "отдаленная вулканогенная формация", означает что гидротермально-осадочная концепция пока достаточно не разработана.

Что же сегодня делают геологи-теоретики, ориентирующиеся на эндогенный рудогенез? Их деятельность идет в двух направлениях.

На первом из них исследуются различные модели геологического развития земной коры: геосинклинальные трюги на континентальной коре; прогибы, формирующиеся на океанической коре; раздвижки континентальной коры; заложение и развитие эвгеосинклиналей по аналогии с современными зонами Бенюфа. Такие модели можно описать разнообразными методами, и их изучение привело к следующему обнадеживающему выводу: большинство наблюдаемых месторождений обогащенных металлами рудных полезных ископаемых можно связать с определенными магматическими, осадочными, вулканогенно-осадочными и другими формациями. При этом, конечно, неизбежно приходится рассматриваться такие сложные комбинации геологических формаций, что набор и состав рудогенных элементов, масштабы оруденения и их генетическая

связь с конкретными геологическими формациями становятся весьма ненадежными. Все же общий качественный успех рассмотренных моделей развития земной коры, согласно которым делаются попытки объяснить наблюдаемый спектр месторождений рудных полезных ископаемых, весьма впечатляет.

Второй подход связан со все более глубоким исследованием конкретных рудных провинций, районов, месторождений и т. д. На сегодняшний день получен громадный фактический материал по металлогении отдельных регионов, рудных провинций, районов, месторождений. Кроме того, обширные исследования ведутся по металлогении шельфовых зон и дна океанов. Благодаря этому удалось выявить многие закономерности образования и размещения рудных полезных ископаемых в земной коре и наметить задачи их дальнейших исследований. Эти исследования уже позволили предположить, что различные геологические процессы могут привести к одинаковым вещественным результатам. Было бы слишком наивно утверждать, что эндогенная концепция рудообразования в отношении выяснения генезиса стратиформных месторождений, полностью изжила себя или же идея осадочного рудообразования обязательно ведет к будущим успехам.

Само существование геологии основывается на исследовании эндогенных и экзогенных процессов. Вместе с тем, выполнимость этих исследований определяется основными направлениями экономического и социального развития нашей страны.

По-видимому, мы достигли той стадии познаний, когда дальнейший существенный прогресс в теории рудообразования потребует от нас в первую очередь решить важнейшие вопросы планирования фундаментальных и прикладных исследований.

Желательно больше изучать природные месторождения и меньше строить умозрительные прогнозы. С целью увеличения полезной геологической информации следует приступить к построению крупномасштабных металлогенических карт.

Отражая фактическое распространение и генетическую связь рудогенных элементов с магматическими процессами, осадконакоплением и метаморфизмом—конкретными элементами геологической структуры, имеющими важное значение в образовании форм, размеров и пространственного положения промышленных скоплений руд и их проявлений, металлогенические карты, не только являются сдерживающим фактором при построении умозрительных металлогенических концепций, но и представляют собой незаменимый информационный документ, оказывающий существенную помощь в прогнозировании различных видов полезных ископаемых, в частности, металлических ископаемых.

Институт геологии

Ч. Ч. Мазанов

Поступило 14. V 1981

СТРАТИФОРМ ФИЛИЗ ЭМЭЛЭКЭЛМЭ НЭЗЭРИЛЈЭСИ ЫАГГЫНДА

Мағаләдә стратиформ филиз эмәләкәлмә нәзәрилјәсини вәзијәти вә рәңкли полиметал филизләрини ләј формалы јатағларынын тәдгиг едилмәси мәсәләләриндән бәһс едилир.

D. D. Mazanov

QUESTION ON THE THEORY OF STRATIFORM ORE FORMATION

Conditions of the theory of stratiform ore-genesis and problems of further investigations of sheet deposits of coloured polymetallic ores are considered in the article.

УДК 553.982 (479.24)

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ

Г. К. АЛИФОВ, Т. М. ГУСЕЙНОВ, Т. Н. САРАДЖЕВ

О ПУТЯХ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ГОРИЗОНТОВ ВЕРХНЕГО ОТДЕЛА ПТ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЛОКБАТАН—ПУТА—КУШХАНА

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

В разрезе рассматриваемого месторождения наиболее продуктивным кыомплексом является ее верхний отдел.

Рассматриваемое месторождение является единой структурой, в пределах которой выделяются площади Локбатан, Пута, Кушхана. Наряду с продольным разломом, складка осложнена также и рядом поперечных нарушений сбросового характера. Подсчет запасов производился по трем основным тектоническим полям (северному, южному крылу и восточной периклинали, рисунок).

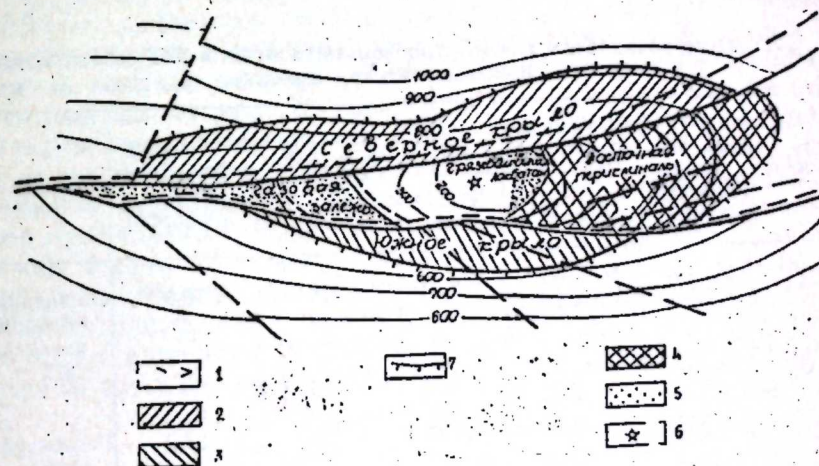


Схема размещения залежей нефти месторождения Локбатан—Пута—Кушхана: 1—изогипсы по кровле VII горизонта; залежи нефти; 2—северное крыло; 3—южное крыло; 4—восточная переклиналь; 5—газовая залежь; 6—грязевый вулкан; 7—первоначальный контур нефтеносности

При подсчете запасов нефти и газа были изучены и систематизированы геологопромысловые и геологогеофизические материалы, накопленные за длительное время разработки (более 40 лет). Были уточнены все подсчетные параметры (площадь первоначального контура нефтеносности, эффективная мощность, пористость, проница-

мость, нефтенасыщенность и др.), а также данные о добыче нефти, воды и газа с начала разработки по годам; определены текущие и конечные коэффициенты нефтеотдачи.

Верхний отдел ПТ в рассматриваемой области представлен сураханской, сабунчинской, балаханской свитами и свитой „перерыва“. Сураханская свита здесь не нефтеносна. В сабунчинской свите отмечаются редкие песчаные пласты небольшой мощности—так называемый пласт „А“ и пачка I горизонта (I, Ia, Iv). В разрезе балаханской свиты выделяется 16 горизонтов, в разрезе свиты „перерыва“—горизонты VII, VIII, VIIa (табл. 1).

Таблица 1

Подсчетные горизонты	
На 1. I 1951 г.	На 1. I 1978 г.
I, Ia, Iv, II, III, IIIa, IIIb, IIIc IV, IVa, IVb, IVc, IVd, V, VI, VIa VI, VIa VIb VI—VII, VI—VII ₂ , VI—VII ₃ VII, VIII VIIa	Пачка III Пачка IV Пачка VI VIb Раздел VI—VII Пачка VII

Анализ геолого-промысловых материалов показывает, что все указанные горизонты могут быть объединены в более крупные пачки. Поэтому подсчет запасов нефти и газа произведен по укрупненным

Таблица 2

Состояние разработки горизонтов верхнего отдела ПТ месторождения Локбатан—Пута—Кушхана

Горизонт	Начало разработки	Коэффициент нефтеотдачи на 1. I 1978 г.		Число скв., перебивавших в экспл.	% обводненности добываемой жидкости	Режим залежи
		Текущий	Конечный			
III	1927	0,22	0,23	114	90,5	Смешанный с преобладанием режима раствор. газа
IV	1925	0,23	0,30	185	92,1	" "
VI	1927	0,40	0,46	166	94,5	
IVb	1933	0,36	0,40	128	89,2	
VI—VII	1931	0,18	0,22	13	88,7	Смешанный с преоблад. режима раствор. газа.
VIII	1932	0,41	0,48	124	91,5	
VII	1932	0,42	0,49	60	92,3	

объектам. Дальнейшая их разработка может быть осуществлена в качестве единого объекта (фильтры могут быть расширены приобщением внутри укрупненного объекта). В результате проведенных исследований установлено, что между рассматриваемыми горизонтами

существует гидродинамическая связь и они являются единым подземным резервуаром. В настоящее время все горизонты верхнего отдела находятся в поздней стадии разработки. Процент обводненности добываемой жидкости составляет 90—95%, почти все работающие скважины являются малодебитными (0,1—5,0 т/сут), значения текущих коэффициентов нефтеотдачи близки к конечным его величинам (табл. 2).

Как видно из данных табл. 2, текущий коэффициент нефтеотдачи по горизонтам изменяется в пределах 0,22—0,42 и близок к конечным ее значениям (лишь по I—VI—VII горизонтам текущий и конечный коэффициенты нефтеотдачи соответственно составляют 0,18—0,22). Из таблицы также видно, что горизонты III—IV—VI имеют почти одинаковую продолжительность разработки, но по VI горизонту текущая нефтеотдача значительно выше (0,40), чем по горизонтам III—IV (0,22—0,23). Это объясняется тем, что горизонт VI отличался в начальной стадии разработки газоводонапорным режимом, который на более поздней стадии перешел в режим растворенного газа, а в III—IV горизонтах с самого начала разработки был малоэффективный режим растворенного газа. Кроме того, горизонт VI отличается более высокой проницаемостью (250 мдарси), чем горизонты III и IV (150 мдарси).

Весь верхний отдел на 1. I. 1978 г. разрабатывался 800 скважинами (за 1978 год было добыто 180 тыс. т нефти). Таким образом часть объема залежи остается не промытым (табл. 2).

Этот остаточный запас нефти может быть в значительной мере извлечен путем применения различных прогрессивных методов интенсификации добычи нефти. По нашему мнению, одной из причин сравнительно низких коэффициентов нефтеотдачи по рассматриваемым горизонтам является высокая степень неоднородности нефтяных коллекторов как по разрезу так и по площади (неоднородность коллекторов увеличивается в юго-западном направлении). Естественно, что при наличии высокой степени неоднородности при разработке обводнение отдельных горизонтов происходило неравномерно-послойно (вода внедрялась в эксплуатационные скважины по более проницаемым пропласткам, на отдельных участках оставались целики нефти, неохваченные разработкой). Таким образом, нефть, содержащаяся в наименее проницаемых пропластках, осталась все еще неизвлеченной.

На наш взгляд, те условия разработки, которыми обладают рассматриваемые объекты, свидетельствуют о том, что при правильном подборе подходящих участков и применении циклического воздействия на эти пласты можно существенно повысить конечный коэффициент нефтеотдачи рассматриваемых горизонтов.

Литература

1. Гусейнов Т. М. АНХ, № 4, 1962.
2. Гусейнов Т. М. АНХ, № 3, 1963.

Поступило 27. IV 198

НГДУ „Карадагнефть“
Н. К. Элифов, Т. М. Гусейнов, Т. Н. Сарачов
ЛОКБАТАН-ПУТА-ГУШХАНА НЕФТ ЈАТАҒЫНДА МӘҢСУЛДАР
ГАТЫН ЈУХАРЫ ШӨБӘСИ ЛАЈЛАРЫНЫН НЕФТВЕРМӘСИННН
ЈУКСӘЛДИЛМӘСИ ҲАҒҒЫНДА

Мағаләдә истисмар дөврундән асылы оларағ, Лөкбатан-Пута-Гушхана Јатағында, мәһсулдар гатын јухары шөбәсинин ләјләри үзрә нефтвермә әмсаллары арашдырылмыш вә көстәрилмишдир ки, III—IV вә VI ләјләрдә ишләнмә мүддәти ејни олдугун

дан, VI лажда нефтверма эмсалы 0,40, III ва IV лажларда исэ 0,22—0,23 арасында лажинир. Бу онунла изаи олунур ки, ишлэмэнин аниэландон VI лажин режими эсас етибарла су-газбасгылы олмуш кечиричилији исэ 250 мдарсидир. III ва IV лажларин режими аз эффективли нефтдэ лал олмуш газ һесаб олунур. Лажин кечиричилији исэ 150 мдарсидир. Бундан элавэ мөгалэдэ лажлардан галыг нефти чыхармаг үчүн, мүтэрэгги үсуллардан истифадэ олунмасы көстэрилер.

G. K. Aliyov, T. M. Museinov, T. N. Saradzhev
ABOUT THE WAYS OF INCREASE OF

OIL OUTPUT OF HORIZONS OF UPPER FORMATION OF PRODUCTIVE STRATA DEPOSITS IN LOKBATAN—PUTA—KUSHKHANA

The outputs of horizons of the upper formation of productive strata in Lokbatan—Putá—Kushkhana deposits are given in the article. At present all horizons of the upper formation are in the late stage of development.

Current coefficient of oil output on horizons is changed within 0.224—0.424 and is close to its final value (only on VI—VII horizons the current and final coefficients of oil output form correspondingly 0.177—0.220) (table 2). It is shown from the tables that III—IV and VI horizons have almost the same duration of the development but current oil output on VI horizon is significantly higher (0.401) than on III—IV horizons (0.224—0.228). It is explained that the VI horizon differs in early stage of development by gas-water pressure regime, which turns into the gas solution regime in the latest stage, but in III—IV horizons there was less effective regime of gas solution. Besides that, VI horizon differs by high penetrativeness (250 mdarsy) than III—IV horizons (150 mdarsy).

УДК 55 (1) (479.24)

ТЕКТОНИКА

чл.-корр. Э. Ш. ШИХАЛИБЕЙЛИ, Г. И. АЛЛАХВЕРДИЕВ, Т. Н. НАСИБОВ,

З. А. ВЕЛИЕВ, Л. А. ПОРОШИНА, С. М. МИКАИЛОВ, А. Т. АХВЕРДИЕВ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ И СТРУКТУРНОМ ПОЛОЖЕНИИ РУДОВМЕЩАЮЩЕЙ КРЕМНИСТО- КАРБОНАТНОЙ ТОЛЩИ ЛЕВЧАЙСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (МАЛЫЙ КAVKAZ)

Левчайское ртутное рудное поле, выявленное Т. Н. Насибовым и др. [4], расположено в истоках р. Левчай на южном склоне Сусуз-лугского хребта. Приурочено к Гейгель-Левчайской зоне ртутной минерализации [5]. Геологическое строение рудного поля было изучено в ходе крупномасштабных поисково-съёмочных и разведочных работ, результаты которых приведены в ряде рукописных отчетов и опубликованных статьях [2, 4, 5].

Настоящая статья продиктована полученными нами в последнее время новыми данными относительно возраста и структурного положения рудовмещающей кремнисто-карбонатной толщи Левчайского рудного поля. Эти данные, несомненно, помогут дать обоснованную прогнозную оценку данному рудному полю и будут способствовать рациональному ведению поисковоразведочных работ.

Возраст кремнисто-карбонатной толщи по литологическим признакам был отнесен к кампанскому ярусу, осадки которого обнажаются в непосредственной близости от рудного поля на его южном фланге (на СВ борту Конурской синклинали). Представлялось также, что данная толща, образуя синклинальную складку, подстилается нижнесенонскими вулканогенноосадочными отложениями, среди которых отмечены многочисленные выходы кислых вулканитов.

Приводим восходящий разрез кремнисто-карбонатной толщи, снятой нами в собственно Левчайском сурьяно-ртутном месторождении на правом берегу ручья Ширран (левый приток р. Левчай), на восточном крыле антиклинали (рисунок).

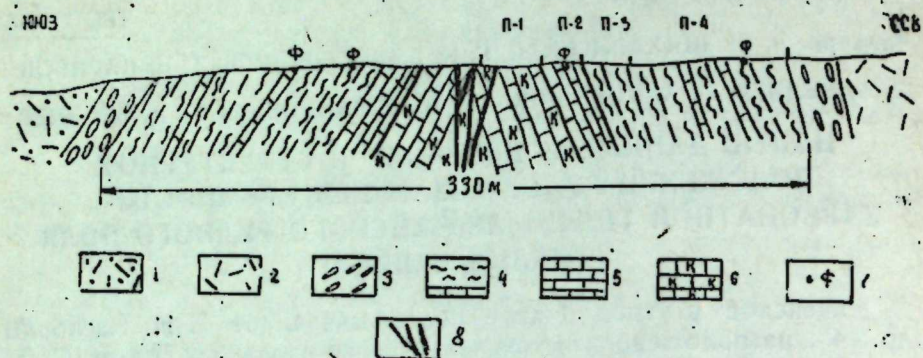
1. В основании толщи (подшва не вскрыта) залегает пачка (50 м) тонкослоистых пелитоморфных известняков, чередующихся с кремнистыми прослоями. Аз. пад. $360-10 < 70^\circ$.

2. Пачка (20 м) тонкоплитчатых (10—15 см) светло-серых пелитоморфных известняков с редкими пропластками серых известковистых глини (1—2 см). В них был обнаружен следующий комплекс микрофауны: *Verneullina* cf. *agalarovae* Dfaff., *Gaudryina* ex. gr. *dividens* Grab., *Lenticulina* sp., *Saraceniaria* aff. *arcata* (d'Orb.), *Cyrodinoides* sp., *Gavelinella* cf. *djaffarovi* (Agal.), *Hedbergella globigerinellinoides* (Subb.), *Thalmanellina* sp.

Приведенный комплекс фораминифер указывает на альбский возраст вмещающих отложений.

Вверх по разрезу эти известняки согласно сменяются терригенно-карбонатными осадками, разрез которых представлен.

3. Пачка (15 м) частых чередований тонкозернистых пластных песчаников (3–4 см), серых аргиллитов (2–5 см) и темно-бурых до черного цвета пелитоморфных известняков (5–10 см). В аргиллитах



Разрез кремнисто-карбонатной толщи по правому берегу ручья Ширран:
1—туфопесчаники; 2—дациты; андезито-дациты; 3—базальные конгломераты;
4—глинисто-песчаные известняки; 5—пелитоморфные известняки; 6—кремнистопелитоморфные известняки; 7—место отбора микрофауны; 8—разрывные нарушения

средней части пачки были обнаружены фораминиферы: *Gyroidinoides infracretaceus* (Moroz.), *Hedbergella trocoidena* (Gand.), *Ticnella* cf. *roberti* Gand, *Ticnella* sp..

4. Разрез заканчивается мощной (100 м) пачкой, представленной чередованием темно-серых известковистых песчаников, такого же цвета известняков с тонкими пропластками рыхлых пепельно-серых глинистых пород и аргиллитов. Аз. пад. $360 < 70^\circ$.

Выше 70 м от подошвы данной пачки из образцов аргиллитов был обнаружен следующий комплекс фораминифер: *Gavellinella* cf. *lexuosa* (Ant.), *G.* cf. *intermedia* (Berth.), *Gyroidinoides* cf. *infracretaceus* (Moroz.), *Leptaculina* sp., *Lingulina* sp. indet и радиолярии (опред. Р. М. Алиевой).

В средней части пачки на южном крыле антиклинали в прослоях песчаных темно-бурых известняков обнаружены *Puzosia* sp. (ex gr. *planulata* Sow.), *Haustator* sp. indet, указывающие, по заключению О. Б. Алиева, на верхний альб-нижнесеноманский возраст вмещающих отложений.

Приведенные фаунистические данные позволяют возраст описанного разреза считать альбским. Заметим, что этот материал полностью увязывается с аналогичными материалами, полученными по смежным структурам рудного поля: по западной периклинали Карабахского антиклинория на юго-востоке и по Сусузлугской антиклинали (Тоурага-чайский синклинорий) на северо-востоке. В пределах этих структур вскрывается довольно мощный (около 2000 м) разрез вулканогенно-карбонатно-кремнистой формации, верхняя часть которой на обеих структурах по макро- и микрофаунистическим данным имеет альбский возраст [1].

Таким образом, выясняется, что описываемые отложения отно-

тся к единой по всей офиолитовой зоне Малого Кавказа формации нижнего мела, составляя самую верхнюю ее часть. О не кампанском, а более древнем в отношении офиолитов возрасте кремнисто-карбонатной толщи свидетельствуют также данные геохимических исследований. Установлены низкие значения Sr, Ni и Co (присутствуют в близкларковых значениях) в данных отложениях, тогда эти типоморфные для офиолитов элементы образуют повышенные концентрации в верхнесенонских известняках, развитых не только в южной части рудного поля, но и в пределах офиолитовых зон вообще. Этот критерий нами уже использован для познания пестофиолитовых (верхнесенонских) и доофиолитовых (нижнемеловых) известняков [6].

Вверх по разрезу рассматриваемые отложения несогласно перекрываются вулканогенно-осадочной толщей нижнего сенона—одного из основного члена офиолитового комплекса Малого Кавказа. В основании данной толщи залегает 10–20 м базальный конгломерат, окрашенный в фиолетовый цвет. Обломки хорошо окатанные и состоят преимущественно из андезито-дацитов и реже из кремнистых пород и известняков. Важно подчеркнуть насыщенность отложений нижнего сенона продуктами кислого вулканизма—дацитами, андезито-дацитами и их пирокластолитами. Тесная парагенетическая связь этих кислых вулканитов с осадочными породами, собственно нижнего сенона (переслаивание различных по структуре кислых и среднекислых туфов с туфопесчаниками и глинистыми сланцами), позволяет считать их также нижнесенонскими образованиями.

Аналогичные кислые вулканиты, по данным Г. И. Аллахвердиева [1], развиты в пределах Аджарисской брахиантиклинали (центральная часть Сарыбабинского синклинория), на ЮЗ крыле которой они венчают разрез нижнего сенона и несогласно перекрываются верхнесенонскими известняками с базальным конгломератом в основании. Наличие кислых вулканитов в составе нижнего сенона отмечается и на западе в Севанском поясе офиолитов [3,7].

Структура. Рассматриваемые отложения слагают узкую, разбитую в сводовой части разрывами субширотную антиклиналь с крутыми ($60–75^\circ$) крыльями. Ширина складки по этим отложениям не превышает 330 м. При такой ширине она прослеживается с правого берега ручья Ширран на ЮЮВ на расстоянии 3 км. К западу от этого ручья, на его правом крутом берегу, антиклиналь резко замыкается, что отчетливо наблюдается как по верхней темно-бурой терригенно-карбонатной пачке альба (п. п. 3–4), так и по несогласно перекрывающим ее нижнесенонским вулканогенно-осадочным отложениям.

Несмотря на незначительные размеры, рассматриваемая антиклиналь является основной структурой района рудного поля. По своим параметрам она относится к типичной шовной структуре.

Важно подчеркнуть расположение антиклинали на простирании Карабахского антиклинория, что позволяет принять ее как очередное воздымание шарнира названного антиклинория, отличающееся от него значительным погребенным положением.

Выводы

1. Выяснение стратиграфического и структурного положения кремнисто-карбонатной толщи открывает новые, причем обнадеживающие перспективы Левчайского рудного поля.

2. Прогнозируется ряд перспективных ртутноносных участков. Наиболее перспективными участками являются периклинальные замыкания рассмотренной антиклинали, где имеются благоприятные структурные, стратиграфические и литологические условия для обнаружения на глубине скрытого оруденения. Особое внимание при этом следует обратить на западную периклинали данной антиклинали.

3. Важным результатом проведенных исследований является также установление нижнесенонского возраста кислых и средне-кислых вулканитов. Задача дальнейших исследований должна заключаться в выяснении возраста и структурного положения раннесенонского кислого вулканизма в пределах офиолитовых прогибов.

Литература

1. Аллахвердиев Г. И. ДАН Азерб. ССР, т. 35, № 2, 52—55, 1979. 2. Кашкай М. А., Насибов Т. Н., Миканлов С. М. В кн.: "Минералогия и рудные месторождения", 174—181, Изд-во "Элм", 1974. 3. Казарян Г. А. В кн.: "Мезозойский и кайнозойский вулканизм и связанные с ним полезные ископаемые", 125—126, Тбилиси, 1930. 4. Насибов Т. Н., Зейналов Ф. И., Мамедов У. Г. ДАН Азерб. ССР, т. 21, № 8, 44—47, 1965. 5. Насибов Т. Н., Веллиев З. А., Миканлов С. М. Уч. зап. АГУ им. С. М. Кирова, серия геол.-географ. наук, № 6, 10—16, 1979. 6. Насибов Т. Н., Аллахвердиев Г. И., Аббасов С. А., Веллиев З. А., Эленбоген А. М. Изв. АН Азерб. ССР, серия наук о Земле, № 5, 72—78, 1979. 7. Сатнан М. А. Позднемеловой литогенез офиолитовых зон Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР. Ереван, 1979.

Институт геологии

Поступило 2. VI 1981

Ә. Ш. Шыхәлибәйли, Г. И. Аллахвердиев, Т. Н. Насибов, З. А. Вәлиев,
С. М. Микайлов, Л. А. Порошина, Н. Т. Ахвердиев

ЛЕВЧАЈ ФИЛИЗ САҺӘСИННИ ФИЛИЗЕРЛӘШДИРИЧИ СИЛИСИУМЛУ-КАРБОНАТЛИ ГАТЫНЫН ЈАШЫ ВӘ СТРУКТУР ВӘЗИЈЈӘТИ ҺАГГЫНДА ЈЕНИ МӘЛУМАТЛАР (КИЧИК ГАҒҒАЗ)

Мәғаләдә илк dəфə оларағ мўәллифләр тәрәфиндән Левчај филиз сәһәсиндә јайлмыш силисиумлу-карбонатлы чөкүнтүләрни јашы палеонтологич. структур вә литологич. материаллар асасында Алб тәјини едилди. Әввәлләр бу гатын јашы шәрти оларағ Уст Сенон һесаб едилди. Ејни заманда мўәјјән едилди ки, бу чөкүнтүләр еңсиз антиклинал ғырышынғ әмәл кәтирир. вә структур Гарабағ антиклинориному-нун көмүлмүш дауамына ујғун кәлир.

Бүтүн булар Левчај филиз сәһәсинин перспективлијини ајдылашдырмаға һикан верир.

E. Sh. Shikhalibeyli, G. I. Allahverdiyev, T. N. Nasibov, Z. A. Vellyev,
L. A. Poroshina, S. M. Mikailov, A. T. Akhverdiyev

NEW DATA ON THE AGE AND STRUCTURAL POSITION OF THE ORE-BEARING CARBONATE-SILICEOUS THICKNESS OF LEVCHAY ORE FIELD (THE MINOR CAUCASUS)

For the first time on the basis of paleontological, lithofacial and structural data the Albian age for the ore-bearing carbonate-siliceous thickness of Levchay ore field is founded. Earlier, this thickness was conditionally ascribed to the Upper Cenonian.

УДК 550,834.3

ГЕОФИЗИКА

М. М. РАДЖАБОВ

О ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ АНОМАЛИИ АМПЛИТУД ПРЕЛОМЛЕННЫХ ВОЛН

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

Под аномалией амплитуд преломленных волн будем подразумевать локальную зону минимума, отмечаемую в форме амплитудной кривой при наблюдениях по методике поперечного профилирования [2, 3]. Амплитудная кривая $A = A(x)$, характеризующая изменением амплитуды A с расстоянием x вдоль линии наблюдения, отсчитываемым от проекции источника возбуждения, в этом случае имеет ряд преимуществ по сравнению с амплитудной кривой продольного профилирования, главное из них состоит в том, что при поперечном профилировании расстояния от источника возбуждения до различных точек наблюдения мало изменяются вдоль профиля. Поэтому затухание колебаний с расстоянием практически в равной мере влияет на характер записей, полученных на большем интервале поперечного профиля. Это обуславливает получение амплитудных кривых преломленных волн при поперечном профилировании в менее искаженном виде и в более наглядной форме.

Выяснение физической природы наблюдаемых аномалий амплитуд преломленных волн важно для правильного их использования как поискового критерия при прогнозировании локальных неоднородностей среды. С этой целью в настоящей работе исследуются закономерности физического характера в поведении амплитуд преломленных волн в зависимости от свойств среды и определяются факторы, обуславливающие возникновение аномалии.

Динамика преломленных волн зависит от многих параметров среды, что затрудняет исследование. Для упрощения задачи исследования воспользуемся асимптотической формулой для амплитуды смещения преломленных (головных) волн, соответствующих границе раздела двух жидких полупространств и при гармоническом источнике. Возможность такого подхода для качественной характеристики закономерностей в поведении амплитуд преломленных волн в случае твердых сред и импульсных источников показана в [1].

Указанную формулу при поперечном профилировании и непоглощающих средах с горизонтальными границами раздела можно представить в виде [2].

$$A = \frac{n}{\lambda} m(R^2 + x^2) \left(1 - \frac{2zn}{\sqrt{R^2 + x^2} \sqrt{1 - n^2}} \right)^{3/2} (1 - n^2) \quad (1)$$

где $n = \frac{V_1}{V_r}$ — отношение скоростей; V_1 — скорость в покрывающей среде, V_r — вдоль преломляющего горизонта, $m = \frac{\tau_2}{\tau_1}$ — отношение

плотности подстилающей толщи к плотности в покрывающей среде, λ — длина волны в среде со скоростью V_1 , z — глубина залегания границы раздела в зоне выхода преломленных волн с учетом сноса, R — расстояние по перпендикуляру от источника возбуждения до линии поперечного профиля.

Формула (1) справедлива во всей области прослеживания преломленных волн в первых вступлениях. При достаточно мощных преломляющих слоях формула (1) может быть использована для изучения закономерностей физического характера в поведении амплитуд преломленных волн в зависимости от параметров среды и заданной системы наблюдений.

Определим форму кривой $A(x)$ в пределах линии поперечного профиля в одну сторону от точки проекции источника возбуждения для моделей сред с постоянными свойствами, т. е. примем $n = \text{const}$, $m = \text{const}$ при заданных значениях λ и Z . Исследование показывает, что кривая $A(x)$ в этом случае имеет максимум в точке $x = 0$, определяемый формулой

$$A_{\text{мак}} = \frac{n}{\frac{\pi}{\lambda} m R^2 \left(1 - \frac{2Zn}{R\sqrt{1-n^2}}\right)^{3/2} (1-n^2)} \quad (2)$$

В точке $x=R$ значение амплитуды $A_{x=R} < A_{x=0}$. Следовательно, амплитуды преломленных волн монотонно уменьшаются с максимального значения в точке $x=0$ в сторону $x \neq 0$. Таким образом, для сред с постоянными физическими параметрами кривая $A(x)$ характеризуется максимумом, ордината которого совпадает с проекцией источника возбуждения на линию поперечного профиля.

Наличие латеральной изменчивости свойств среды вдоль линии поперечного профиля вносит существенные изменения в форму кривой $A(x)$. Для ее определения примем $m=1$ и зависимость амплитуды преломленных волн от отношения скоростей n будем искать в фиксированных точках профиля. В качестве такой точки примем точку $x=0$, т. е. будем исследовать форму кривой $A_{\text{мак}} = A_{\text{мак}}(n)$. Физически это означает, что прямолинейный поперечный профиль отрабатывается одновременно из множества источников возбуждения, расположенных непрерывно на одной линии, параллельной профилю, и огнесенных на расстояние R .

На рисунке приведен график, иллюстрирующий форму кривой $A_{\text{мак}} = A_{\text{мак}}(n)$. Из рисунка следует, что значения амплитуд преломленных волн возрастают с увеличением n . Отсюда вытекает следующее утверждение. Если в пределах линии поперечного профиля в одну сторону от проекции источника возбуждения, т. е. от точки $x=0$ среда в зоне выхода характеризуется латеральной изменчивостью, выражаемой локальными скоростными неоднородностями так, что n_2 находится в промежутке n_1, n_3 и выполняются условия $n_2 < n_1$ и $n_2 < n_3$, то кривая $A(x)$ будет характеризоваться аномальным эффектом. Действительно только при выполнении этих условий

$$A(n_1) > A(n_2) \text{ и } A(n_3) > A(n_2) \quad (3)$$

Таким образом, необходимым и достаточным условием существования аномалии амплитуд является латеральная изменчивость скоростных свойств среды в зоне выхода преломленных волн, т. е. вдоль линии поперечного профиля с учетом сноса. Отсюда следует, что наличие минимума в форме амплитудной кривой может вызываться, как скоростными особенностями преломляющего горизонта, так и покрывающей среды. В конечном итоге это приводит к множеству эквивалентных моделей среды, обуславливающих возникновение аномального эффекта амплитуд. Поэтому прогнозирование неоднородности среды по аномалии амплитуд проходящих снизу преломленных волн становится задачей неоднозначной.

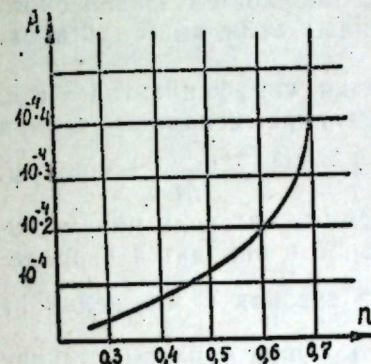


График зависимости $A_{\text{мак}}$ амплитуды преломленных волн от отношения скоростей $n = \frac{V_1}{V_r}$ (V_1 — скорость в покрывающей толще, V_r — граничная скорость преломляющего горизонта) в точке $x=0$ линии поперечного профиля при $z=5$ км, $R=15$ км, $\lambda=60$ м

Введем следующие характеристики, определяющие основные особенности аномалии амплитуд преломленных волн; ширину и "интенсивность" или резкость спада аномалии амплитудной кривой. Под шириной аномалии будем подразумевать расстояние между двумя максимальными точками на амплитудной кривой. Под "интенсивностью" или резкостью аномалии будем подразумевать степень ее спада, определяемую из отношения $G = \frac{A_{\text{мак}}}{A_{\text{мин}}}$, где $A_{\text{мак}}$ — максимальное,

$A_{\text{мин}}$ — минимальное значения амплитуд в пределах аномальной зоны.

Очевидно, что ширина аномалии определяется размерами локальной скоростной неоднородности в зоне выхода преломленных волн. Интенсивность же аномалии, как показывают проведенные исследования, определяется следующими факторами; величиной n_2 , отношениями n_2/n_1 и n_2/n_3 , а также глубиной залегания основной преломляющей границы. Интенсивность аномалии прямо пропорциональна глубине залегания преломляющего горизонта и обратно пропорциональна величине n_2 .

Нами рассматривались непоглощающие среды. В поглощающих средах необходимо учитывать суммарный коэффициент затухания преломленных волн на преобладающей частоте, обусловленный рассеянием энергии волны на границах неоднородностей и поглощением, связанным с неидеальной упругостью среды. Приближенно учет влияния этого коэффициента на амплитуды преломленных волн основан на умножении амплитуд на экспоненциальную функцию

$$p = e^{-\alpha_1 r_1 - \alpha_2 r_2}, \quad (4)$$

где l_1 и l_2 — длины путей волн в покрывающей среде и вдоль преломляющего горизонта,

α_1 и α_2 — соответствующие суммарные коэффициенты затухания на преобладающей частоте.

Эти члены должны быть введены как сомножители в формулу для амплитуды преломленных волн. В результате асимптотическая формула будет иметь вид

$$A = \frac{nP}{\lambda} m(R^2 + x^2) \left[1 - \frac{2zn}{\sqrt{R^2 + x^2} \sqrt{1 - n^2}} \right]^{3/2} (1 - n^2) \quad (5)$$

Как видно наличие экспоненциальной функции уменьшает абсолютные значения амплитуд, но не изменяет закономерностей физического характера в поведении амплитуд преломленных волн, выше установленных.

Экспериментальных определений величин коэффициентов α_1 и α_2 преломленных волн мало. Первое определение величины α_1 при $f = 30$ Гц, полученное в [3], показало, что $\alpha_1 = 8 \cdot 10^{-5} \frac{1}{M}$, для покрывающей толщи коэффициент затухания сейсмических волн при частотах $f = 10 - 50$ Гц примерно на порядок выше и находится в пределах $(0,5 - 5) \cdot 10^{-4} \frac{1}{M}$ [4]. При указанных значениях α_1 и α_2 величина

P близка к единице. Отсюда можно сделать вывод о малом влиянии коэффициента P на аномальный эффект амплитуд преломленных волн. Таким образом, физическая природа аномалии амплитудной кривой снизу проходящих преломленных волн в основном определяется латеральной изменчивостью скоростных свойств среды в зоне выхода. Это приводит к возможности существования множества эквивалентных моделей и делает неоднозначным решение задачи прогнозирования неоднородности среды по аномалиям амплитуд преломленных волн.

Литература

1. Епинатьева А. М. Изучение продольных сейсмических волн, распространяющихся в некоторых реальных слоистых средах. Труды Ин-та физики Земли, № 14, (181), стр. 7-44, 1960.
2. Раджабов М. М. "Изв. АН Турк. ССР, серия физ.-техн., хим. и геол. наук", № 1, стр. 26-32, 1961.
3. Раджабов М. М. "Изв. АН СССР, физика Земли", № 6, стр. 72-75, 1965.
4. Физические основы сейсмического метода отраженных волн в платформенных условиях, стр. 104-107, Изд. "Наука", М., 1974.

Южное отделение
ВНИИГеофизики

Поступило 22. VI 1981

М. М. Раджабов

СЫНАН ДАЛГАЛАРЫН АМПЛИТУД

АНОМАЛИЈАЛАРЫНЫН ФИЗИКИ МАНИЈЛЭТИ БАГГЫНДА

Епинатьева А. М. Изучение продольных сейсмических волн, распространяющихся в некоторых реальных слоистых средах. Труды Ин-та физики Земли, № 14, (181), стр. 7-44, 1960.

Амплитуд эррилеринин аномалијалары асасында үст чөкүнтү гатынын бирчине олмадыгынын багачадап хабар берилмеси маселесинин бир нече фалли олдугу көрсетилмишдир.

М. М. Radjabov

ABOUT THE PHYSICAL NATURE OF THE AMPLITUDES ANOMALY OF THE REFRACTED WAVES

The physical nature of the amplitudes anomaly of the refracted waves under the observations by the transverse profiling is investigated. The ambiguity of the decision of the cover inhomogeneity prediction on the anomaly of the amplitude curve is shown.

УДК 581.3

БОТАНИКА

Н. А. Гусейнова

МАКРОСПОРОГЕНЕЗ, РАЗВИТИЕ ЖЕНСКОГО ГАМЕТОФИТА И ЭМБРИОГЕНЕЗ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА ГВОЗДИЧНЫЕ

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

Дикорастущие виды гвоздики представляют значительный интерес как для непосредственного переноса в культуру, так и для использования в селекции. Однако особенности формирования репродуктивных органов и эмбриональных процессов изучены у них очень слабо [1-2].

В данной статье излагаются результаты исследования женской генеративной сферы цветка двух видов гвоздики, произрастающих на Кавказе: *Dianthus barbatus* Conrath et Treup — гвоздика шилоносная (эндемик кавказского происхождения) и *D. argentea* Z — гвоздики-видная (широко распространенный среднеевропейский вид).

Материал для эмбриологического исследования (зачатки цветков, бутоны, цветки) собран в Куба-Кусарской зоне. Производили темпоральные фиксации в ФУС и жидкости Карнуа (6:3:1) с промежуточными в 5 дней. Материал обезжизняли и заключали в парафин, согласно общепринятой методике цитологического исследования, потом готовили постоянные препараты: толщина микротомных срезов была 10-12 мкм, в зависимости от степени развития цветка. Окраску производили железным гематоксилином по Гайденгайну.

Исследование показало сходство основных эмбриологических признаков *D. subulosus* и *D. argentea*, поэтому приводится их обобщенная характеристика.

В условиях Азербайджана эти виды цветут в конце июля — начале августа. Цветение продолжается 15-20 дней. Генеративные элементы в цветках закладываются весной. Гинецей у гвоздичных синкарпный: состоит из двух плодолистиков. Завязь — верхняя.

Семяпочка кампилотропная, краппинуцеллатная, характеризуется односторонним разрастанием нуцеллуса и интегументов.

Бугорки семяпочки у изученных нами видов в условиях Азербайджана закладываются в начале июня. Число семяпочек достигает 22. Это явление более примитивное.

На ранних стадиях развития семяпочки, в нуцеллусе формируется многоклеточный женский археспорий, по только одна из этих клеток отклоняет первичную париетальную (кроющую) клетку и развивается в зародышевый мешок. В свою очередь, из клетки археспория возникает материнская клетка макроспоры. В период развития материнской клетки макроспор и образования тетрады, что наблюдается в очень молодых бутонах, формируется также сама семяпочка

Еще со времени заложения археспориальных клеток, положение семяпочки изменяется, и она начинает изгибаться, закладываются внутренний и наружный интегументы. Они быстро развиваются, достигают вершины нуцеллярного бугорка, образуя микропиле. Впоследствии из халазальной мегаспоры развивается зародышевый мешок типа Polygonum.

Молодой зародышевый мешок в процессе развития удлиняется. Восьмиядерный зародышевый мешок состоит из яйцевого аппарата, двух полярных ядер и трех антипод.

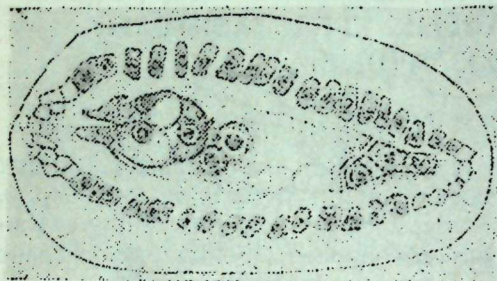


Рис. 1. 8-й ядерный зародышевый мешок у гвоздики шиловидной, образовавшийся из трех ядер в микропиларной части яйцевого аппарата вверху: —3 клетки антиподального аппарата; внизу—и в центральной части—полярные ядра. Жв. 15×40.

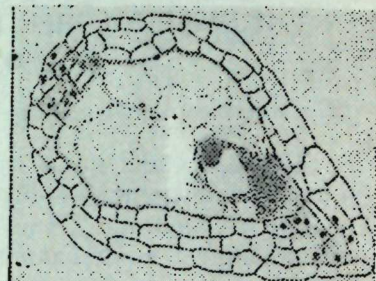


Рис. 2. Оплодотворенный зародышевый мешок у гвоздики армериовидной. Одна из спермий находится вблизи ядра яйцеклетки.

Яйцевой аппарат перед оплодотворением состоит из яйцеклетки и двух синергид, имеющих грушевидную форму. Полярные ядра сливаются до оплодотворения. Из трех ядер нижнего халазального конца зародышевого мешка развиваются три антиподы, две из них располагаются рядом, а одна—над ними.

Оплодотворение у гвоздики протекает при помощи насекомых. При благоприятных внешних условиях, пыльца, попав на рыльце, прилипает к нему и прорастает там, образуя пыльцевую трубку, проникающую в зародышевый мешок через микропиле и изливает ее в зародышевый мешок. При оплодотворении один из спермиев сливается с ядром яйцеклетки, другой—с центральным ядром зародышевого мешка. После оплодотворения обычно первым делится первичное ядро—эндосперма, затем—зигота.

Ядра и клетки эндосперма делятся обычно митотическим путем. Эндосперм у изученных нами видов нуклеарного типа, характеризуется тем, что вслед за делением ядер здесь не наступает образования клеточных перегородок, в результате чего возникает большее или меньшее число ядер, свободно лежащих в плазме зародышевого мешка, которые впоследствии становятся клеточными. На клеточной стадии эндосперм может заполнить весь зародышевый мешок или только его микропиларный конец.

Одновременно с наружной дифференциацией зародыша происходит и внутренняя дифференциация, в результате чего развиваются две зародышевые ткани—туники и корпуса.

Деление зиготы происходит в поперечном направлении, благодаря

чему образуется верхняя и нижняя клетки. В результате ряда последующих делений этих клеток образуется зародыш с семядолями, точкой роста стебля между ними и подвеском.

Развитие зародыша идет по типу Caryophyllaceae, т. е. все части зародыша и даже клетки подвеска образуются из верхней клетки предзародыша, что является прогрессивным признаком. Зародыш имеет изогнутую форму.

Выводы

1. Исследование развития и морфологии завязи, макроспорогенеза и женского гаметофита *Dianthus armeria* Z, и *Dianthus subulosus* T. показало сходство основных эмбриологических признаков этих видов и подтвердило естественность их систематического положения.

2. Изученные виды дикорастущей гвоздики характеризуются развитием плодolistиков по типу двудольных.

Литература

1. Verner A., Zinkeler M. The embryosac development and fertilization in *Dianthus amurensis* Jeck. Bull. Soc. amis sci. et lett. Porn. D. 14, 1973, 57—69.
2. Davis G. Cystomatic embryology of the angiosperms. N. Y.—London—Sydney, 1966, 3.

Институт ботаники

Поступило 12. III. 1981

Н. А. Гусейнова

ГЭРЭНФИЛЧИХЭКЛИЛЭР ӨСИЛЭСИНДЭН ОЛАН ГЭРЭНФИЛ БИТКИСИННИН ДИШИ КАМЕТОФИТИНИН ИНКИШАФЫ

Тэдгигат Губа-Гусар зонасында жајлымыш гэрэнфил биткисин үзэриндэ апарылмышдыр (*Dianthus subulosus* Conrath et Freyn, *Dianthus armeria* Z). Ситоембриодожит тэдгигат нэтичэсиндэ мүүжэн олуунушдыр: гэрэнфил биткисинин јумурталыгы ијун ајында эмэлэ кэлир вэ мигдары тэгрибэн 22-дир. Јумурталыг кампилатроп, красинуселјат вэ ики өртүклүдүр. Диши археспоријасы чох һүчәјрәлидир (һүчәјрә кисәсинин эмэлэ кэлмәсиндэ јалғыз бири иштирак едир. Диши гаметофитин-инкишафы Polygonum-типидир. һүчәјрә кисәси 8 һүчәјрәлидир. Синтергиддәр армудвары олуб, мигдары икидир. Антиподларын сәјм үчдүр. Мәркәз һүчәјрәси бирдир. Гэрэнфил биткисиндэ мајаланма нормал кедир. Эндосперм нүвәтиплидир. Рүшәјм кисәси чох һүчәјрәлидир.

N. A. Guseinova

MACROSPOROGENESIS, THE DEVELOPMENT OF FEMALE GAMETOPHYTE AND EMBRIOGENY OF SOME REPRESENTATIVES OF PINK FAMILY

The seedbud structure, the development of megasporogenesis of embryo sac, the fertilization, the embryo and endosperm development of *Dianthus subulosus* Conrath et Freyn and *Dianthus armeria* L. were examined.

The close study reveals the similarity of these two species on these embryologic characteristics: the seedbud is campylotropous. The embryo sac consists of 8 nuclei. It is developed out of chalazal megaspore of Polygonum type. The endosperm is nuclear.

Акад. Д. А. АЛИЕВ, Ф. А. ГУЛИЕВ, С. Э. РАЗНОВ.

СООТНОШЕНИЕ СИГНАЛ/ШУМ КАК ОСНОВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

В последние годы спектральные методы исследования интенсивно применяются в различных областях науки и техники для изучения молекулярного строения веществ; обмена энергии между отдельными структурными компонентами, проведения качественного анализа веществ, сравнения известными спектрами и т. п. Из числа спектральных методов люминесцентный анализ имеет свое индивидуальное место в широком смысле для изучения свойств твердых, а также жидких веществ. В настоящее время исследование люминесцентных свойств жидкостей считается одним из незаменимых методов изучения их строения.

Следует отметить, что в области фотобиологии, благодаря непосредственному анализу тонких структур спектров люминесценции (флуоресценции) хлоропластов и хроматофоров, был решен ряд важных задач, таких как изучение структурной и функциональной организации пигментных систем фотосистем 1 и 2 (ФС1, 2), кинетики разгорания и затухания флуоресценции пигментов *in vivo*, кинетической оценки параметров в электротранспортных процессах, диагностики естественных водных сред и т. д. [1—14].

Однако во многих случаях измерение и тонкий анализ спектров люминесценции затрудняется за счет артефактов, которые связаны рядом причин, в частности, с помехами (шумами) приемно-регистрирующей части установки (спектрофлуориметров). Эти артефакты в конечном счете обуславливают искажение формы спектров и в результате в исследуемых спектрах появляются лишние ложные структурные компоненты. Учет влияния шумов важен, особенно когда анализируется тонкая структура спектров флуоресценции методом производной спектроскопии [3, 15, 16].

В спектральных измерениях всегда стремятся, чтобы шумы, вызываемые приемным устройством установки, были незначительны относительно фона измеряемого полезного сигнала. Иными словами, для достоверности полученных результатов при тонких анализах спектров необходимо, прежде всего, определить спектральный коэффициент, характеризующий соотношение сигнал/шум. Это соотношение наряду с другими спектральными показателями является одной из основных (определяющей) характеристик спектральных измерений. Поэтому разработка методов, позволяющих довести шумы фотоэлектрических приемников до минимума, имеет важное значение и является актуальной. При дальнейшем изложении мы не будем затрагивать вопросы техники измерения фотоэлектрических сигналов и описание блок-схе-

мы установки для измерения люминесцентных спектров. В данной работе ограничимся только изложением причины появления шумов и описанием методики снижения и улучшения соотношения сигнал/шум.

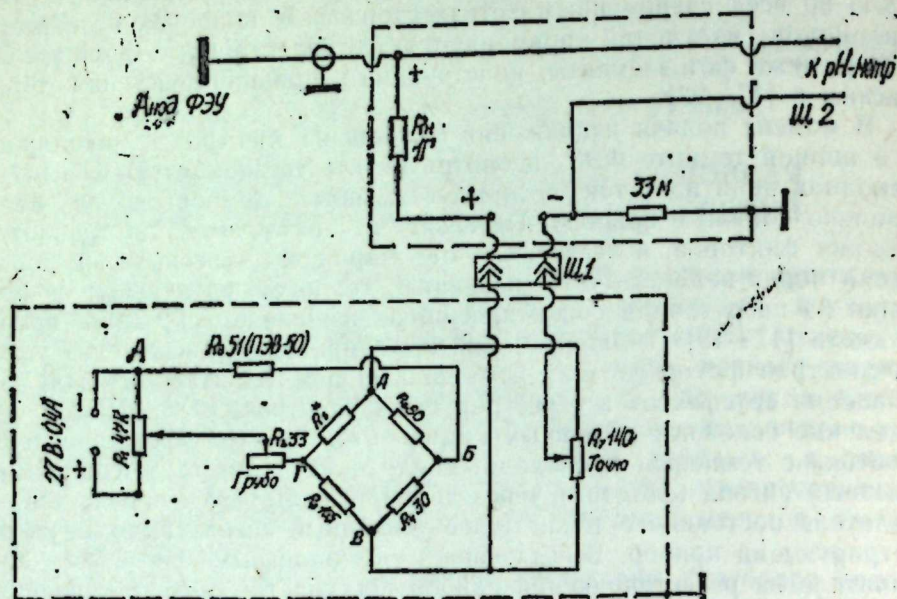
В практике наиболее целесообразным способом измерения энергии флуоресценции является фотоэлектрическая регистрация. С этой целью во всех современных фотоэлектрических приборах в качестве приемников излучения применяются фотоэлектронные умножители (ФЭУ), реже фотоэлементы, конструкция и принцип действия которых описаны в [17—23].

В момент подачи напряжения питания на электроды, находящихся в полной темноте ФЭУ, несмотря на отсутствие световых сигналов в анодной цепи идет ток, который называется темновым, он имеет довольно сложную природу и зависит от различных внутренних и внешних факторов, в частности, от темновой эмиссии электронов, утечки через недостаточную изоляцию, тепловой флуктуации напряжения на нагрузочном сопротивлении и, наконец, дискретной природы света [17—19]. Темновые токи ФЭУ приводят к искажению формы спектров флуоресценции и в дальнейшем служат основой для появления артефактов в регистрируемых спектрах, и усложняют определение основных составных компонентов спектра. Сопровождение фототока с темновым происходит следующим образом: измеряемый полезный сигнал (фототок) через анодную цепь ФЭУ передается на усилитель постоянного тока. Далее усиленный сигнал выходит на регистрирующий прибор. Всегда наряду с полезным сигналом через усилитель на регистрирующий прибор поступает также и усиленный темновой ток (в аналоговом виде). В большинстве случаев темновые токи превышают фототоки, особенно когда исследуются сверхслабые свечения биологических объектов. В настоящее время имеется возможность разным способом и методом снизить темновые токи в какой-то степени до определенного уровня [17, 18, 21, 24]. Однако в ходе применения каждого метода встречаются некоторые трудности, в зависимости от решаемой задачи требуется специальная конструкция. Поэтому в практике для удобства и надежности выгодно применять электрические схемы.

На рисунке показана принципиальная электрическая схема компенсирующего устройства снижения темновых токов, собранного нами непосредственно в лаборатории. С помощью этого устройства очень плавно регулируются темновые шумы ФЭУ, так как до измерения (т. е. при отсутствии измеряемых сигналов—иначе при закрытых щелях монохроматора) с помощью переменного сопротивления R_2 снижаются темновые токи ФЭУ и далее, открывая щель монохроматора начинаются измерения полезных сигналов, очищенных от шумов. В наших экспериментах нам удалось с помощью этой схемы улучшить соотношение сигнал/шум в пределах 40—50. Отфильтрованный от шумов сигнал подается на вход усилителя и усиленный сигнал выходит на регистрирующий потенциометр. Такая схема применяется в случае, когда источник возбуждения является непрерывным. Схема носит также и согласующий характер, т. е. нагрузочное сопротивление ФЭУ согласуется с выходным сопротивлением усилителя. В качестве усилителя нами использован pH-метр (pH—340, 673), а регистрирующего потенциометра—КСП-4.

Сопротивления R_1 , R_4 , R_5 и R_6 греются за счет выделения тем-

пературы в момент протекания через них постоянного тока в порке около $4 \cdot 10^{-1}$ А (напряжения до 27В). Это снижает их стабильность по времени. Поэтому для понижения температуры до оптимального режима подключается дополнительное сопротивление между



Принципиальная электрическая схема компенсирующего устройства темновых токов ФЭУ: R_L — нагрузочное сопротивление ФЭУ; K^* — подбрасывается при регулировке.

узлами А и В типа ПЭВ-50. А роль переменного сопротивления R_2 объясняется тем, что, во-первых, грубо (без R_1) регулирует выходной (компенсирующий) ток и, во-вторых, в случае, если входное напряжение становится больше, чем 27В, тогда R_2 вместе с переменным сопротивлением R_1 понижают напряжение до определенного уровня и, таким образом, не допускается лишний температурный подогрев. На выходе «Ш1» величина напряжения становится около 6В и сохраняется большая стабильность. Направление силы тока (компенсирующего) на выходе всегда ориентировано против темнового тока. Исходя из того, что регулирование компенсирующего напряжения осуществляется в широком диапазоне, открывается возможность также компенсировать темновые токи ФЭУ в высоких порядках. Так как преимущество этого устройства заключается в том, что оно проще и компактнее из числа всех существующих методов, не требует специальной конструкции, порядок компенсации темновых шумов высокий и вместе с тем легко и плавно регулируется в большом диапазоне напряжения. При импульсном режиме рисунок не приемлем. В таких случаях для снижения шумов ФЭУ применяются совершенно иные методы и способы. С этой целью нами также проведены методические работы.

Следует подчеркнуть, что для улучшения порога чувствительности и уменьшения шумов ФЭУ необходимо наряду с применением схемы еще дополнительно осуществить следующие вспомогательные работы: внимательно закрыть ФЭУ и устранить засветку, повышающую постоянную составляющую фототока, увеличить коэффициент

модуляции светового потока (в случаях, если относительная величина темнового тока превышает фототок), полностью экранировать ФЭУ от внешних магнитных и электростатических полей, использовать ФЭУ наибольшей чувствительности и наименьшей величины темнового тока, пользоваться усилителями с узким частотным диапазоном Δf .

Таким образом, учет всех этих факторов в конечном результате повышает чувствительность спектрофлуориметрической установки, обуславливает улучшение соотношения сигнал/шум и является важным условием при постановке экспериментов по изучению (по спектрам флуоресценции, поглощения) первичных процессов фотосинтеза.

Литература

1. Борисов А. Ю., Ильина М. Д. «Молекулярная биология», 3. №2, 391
2. Гулиев Ф. А., Кочубей С. М., Лященко В. И. ЖПС, 31, № 5, 938
3. Гулиев Ф. А., Коробков М. Е., Кочубей С. М. ЖПС, 29, № 4, 646
4. Кочубей С. М., Гулиев Ф. А. ЖПС, 33, № 1, 81, 1980.
5. Литвин Ф. Ф., Синешев В. А., Шубин В. В. «Биофизика», 21, № 4, 669, 1976.
6. Кочубей С. М., Самохвал Е. Г., Мюллер И. «Studia biophysica», 51, № 3, 217, 1976.
7. Кочубей С. М., Гулиев Ф. А., Смирнов А. А. «ДАН СССР», 224, № 3, 743, 1979.
8. Abilov Z. K., Gasanov R. A. «Studia biophysica», 64, № 2, 155, 1978.
9. Searle O. F. W., Tredwell C. J., Barber J., Porter G. «Biochem. et Biophys. Acta», 545, 496, 1979.
10. Kochubei S. M., Guliev F. A. «Photosynthetica», 14, 2, 182, 1980.
11. Seibert M., Alfano R. R. «Biophys. J.», 14, 269, 1974.
12. Rubin A. B. «Photochem. photobiol.», 28, 1021, 1978.
13. Фадеев В. В. «Квантовая электроника», 5, 10, 2221, 1978.
14. Kochubei S. M., Shadchina T. M., Guliev F. A. «Photosynthetica», 15, 2, 179, 1981.
15. Коробков М. Е., Кочубей С. М. ЖПС, 22, № 6, 1093, 1975.
16. Butler W. L., Hopkins D. W. «Photochem. Photobiol.», 12, 439, 1970.
17. Зайдель А. Н. «Атомно-флуоресцентный анализ», М., «Наука», 1981.
18. Соболева Н. А., Берковский А. Г., Чечик Н. О., Елисеев Р. Е. «Фотоэлектронные приборы», М., 1965.
19. Справочник по лазерам, под ред. А. М. Прохорова, «Сов. радио», М., 1978.
20. Климов Ю. М. «Основы расчета оптико-электронных приборов с лазерами», «Сов. радио», М., 1978.
21. Зайдель А. Н., Островская Г. В., Островский Ю. И. «Техника и практика спектроскопии», М., 1976.
22. Паркер С. «Фотолюминесценция растворов», «Мир», М., 1972.
23. Борбат А. М., Горбан И. С., Охрименко Б. А., Суббота-Мельник П. А., Шайкович И. А., Шишловский А. А. «Оптические измерения», «Техника», Киев, 1967.
24. Горбунова С. А., Костюченко И. Х. В кн.: «Хемилюминесцентный метод в биологии и медицине», Изд. КВИРТУ Киев, 1978.

Институт земледелия
МСХ Азерб. ССР

Поступило 11. I 1983

Ч. Э. Элиев, Ф. Э. Гулиев, С. Е. Разиев

СИГНАЛ-КУЙ НИСБЭТИ СПЕКТРАЛ ӨЛЧҮЛЭРИН ЭСАС ХАРАКТЕРИСТИКАСЫДЫР

Фотоэлектрон күчләндричиләринин дахили вә харичи күйүнү ашагы ендирмәк үчүн методика ишләниб һазырланмышдыр. Методиканын көмәклији илә чох эңифишәлана билән (квант чыхышы 0,1%) биоложи объектларини спектрал характеристикалары тәдгиг олдуур. Бу заман сигнал-куй нисбәти 40–50 этрафында олур. Мәгаләдә һәмчинини чифазын принципал електрик схеми дә верилмишдыр.

D. A. Aliev, F. A. Guliev, S. E. Raziev

RELATION OF SIGNAL/NOISE AS A FUNDAMENTAL CHARACTERISTIC OF THE SPECTROSCOPY MEASUREMENTS

A method, by means of which noises of multiplier are reduced (inside and outside), was developed and relation of signal/noise within 40–50 is improved. This method allows to register beyond weekly luminescence in biological objects with quantum yield of 0.1%.

ПАЗАРИТОЛОГИЈА

Р. Ш. РУСТАМОВ. Н. М. КУЛИЕВА

К ВОПРОСУ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ГЕНОВ ДЕФИЦИТА ГЛЮКОЗО-6-ФОСФАТ ДЕГИДРОГЕНАЗЫ И β -ТАЛАССЕМИИ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

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

В настоящее время накоплены убедительные доказательства в пользу предположения, что основным экологическим фактором, способствовавшим интенсивному распространению мутантных генов дефицита глюкозо-6-фосфат дегидрогеназы (Г-6-ФД), аномальных гемоглобинов и талассемий, явилась малярия. Наряду с этим в работе ряда авторов было показано, что дефицит Г-6-ФД широко распространен в тех районах, для которых и характерна высокая частота β -талассемии. Высказываются предположения о взаимодействии генов дефицита Г-6-ФД и β -талассемии и о более высокой приспособленности в малярийных условиях носителей обоих генов (Siniscalco и соавт.; Cao и соавт.; Carcassi).

Целью настоящей работы было изучение взаимосвязи между дефицитом Г-6-ФД и β -талассемией на популяционном и биохимическом уровнях в двух, бывших гиперэндемичных по малярии районах Азербайджанской ССР (Куткашенский и Варташенский районы). Предусматривалось проводить оценку:

а) частоты встречаемости сочетания дефицита Г-6-ФД с β -талассемией в обследованных районах;

б) гематологических показателей при дефиците Г-6-ФД, гетерозиготной β -талассемии и при сочетании этих двух дефектов;

в) степени благоприятного действия сочетания дефицита Г-6-ФД с β -талассемией на гематологические показатели.

Непосредственное определение активности фермента Г-6-ФД не позволяет выявить всех гетерозиготных женщин. В связи с этим в наших исследованиях оценка частоты гена дефицита Г-6-ФД основывается на результатах обследования лиц мужского пола. Всего было обследовано 392 человека в возрасте от 8 до 20 лет. Кровь для анализа брали из вены, в качестве антикоагулянта применяли раствор гепарина из расчета 1—2 капли на 3—5 мл крови. Содержание гемоглобина, количество эритроцитов, гематокритный показатель и количественные эритроцитарные показатели определяли общепринятыми гематологическими методами. Осмотическую резистентность эритроцитов определяли одним пограничным раствором, соответствующим 0,35%-ному раствору хлористого натрия. Электрофорез гемоглобина проводили на ацетат-целлюлозных пленках в трис-ЭДТУ-боратном буфере (рН 9,0). Содержание гемоглобина А₂ определяли путем элюи-

рования гемоглобиновых фракций 2%-ным раствором углекислого натрия в 50 %-ном этиловом спирте с последующим фотометрированием на спектрофотометре СФ-16 при длине волны 615 нм. Фетальный гемоглобин определяли по методу Betke и соавт., активность фермента Г-6-ФД — качественной пробой Бернштейна.

Результаты полученных данных приведены в табл. 1 и 2. Как видно из табл. 1, среди обследованных 392 человек, у 67 был выяв-

Таблица 1

Распределение дефицита Г-6-ФД, гетерозиготной β -талассемии и сочетание дефицита Г-6-ФД с β -талассемией среди обследованных мужчин

Г-6-ФД	Гемоглобин		Всего
	β -thal	AA	
Gd (—)	26 (12)	41 (5)	67
Gd (+)	44 (58)	281 (267)	325
Всего	70	322	392

$$\chi^2 = (\text{С поправкой Йетса}) 22,48, P < 0,001$$

Примечание. В скобках указано теоретически ожидаемое число. Gd (+) — нормальный фенотип Г-6-ФД, Gd (—) — фенотип Г-6-ФД с недостаточностью фермента, β -thal — β -талассемия, AA — нормальный фенотип гемоглобина.

Таблица 2

Гематологические показатели у лиц с дефицитом Г-6-ФД, гетерозиготной β -талассемией и сочетанием дефицита Г-6-ФД с β -талассемией ($M \pm m$)

Группа обследованных	Число обследованных	Hb, г/дл	Эритроциты $\times 10^{12}/л$	Гематокрит, %	СОЭ, мм ³	ССГЭ, г/л
Дефицит Г-6-ФД	67	13,0 $\pm$ 0,2	4,3 $\pm$ 0,14	41 $\pm$ 0,15	95,4 $\pm$ 0,14	29 $\pm$ 0,4
Сочетание дефицита Г-6-ФД с β -талассемией	26	12,6 $\pm$ 0,16	4,6 $\pm$ 0,04	40 $\pm$ 0,17	86,5 $\pm$ 0,72	27 $\pm$ 0,32
Гетерозиготная β -талассемия	65	11,5 $\pm$ 0,05	4,9 $\pm$ 0,04	38 $\pm$ 0,14	78,0 $\pm$ 0,24	23 $\pm$ 0,07
Здоровые	108	13,6 $\pm$ 0,1	4,5 $\pm$ 0,13	43 $\pm$ 0,13	95,4 $\pm$ 0,21	30 $\pm$ 0,21

лен дефицит Г-6-ФД. У 26 из них дефицит Г-6-ФД сочетался с гетерозиготной β -талассемией. Вычисление теоретически ожидаемого числа лиц с сочетанием генов дефицита Г-6-ФД и β -талассемии и сопоставление его с фактическим показало, что наблюдаемое число лиц достоверно больше, чем ожидаемое ($P < 0,001$).

В табл. 2 приведены средние значения содержания гемоглобина, количества эритроцитов, гематокритного показателя, среднего объема отдельного эритроцита (СОЭ) и среднего содержания гемоглобина в отдельном эритроците (ССГЭ) у мужчин с дефицитом Г-6-ФД, гетерозиготной β -талассемией и сочетанием этих двух дефектов.

Данные таблицы показывают, что содержание гемоглобина, количество эритроцитов и гематокритный показатель у лиц с дефицитом

Г-6-ФД достоверно ниже, чем у здоровых людей ($P < 0,001$). Однако показатели СОЭ и ССГЭ у них не отличались от таковых у здоровых, и находились в пределах нормы.

В группе лиц с гетерозиготной β -талассемией наблюдалось значительное снижение уровня гемоглобина, гематокритного показателя, СОЭ и ССГЭ. Количество эритроцитов у них, по сравнению со здоровыми было повышено ($P < 0,001$).

У лиц с сочетанием дефицита Г-6-ФД с β -талассемией содержание гемоглобина было больше, чем у лиц с гетерозиготной β -талассемией ($P < 0,001$). Однако средний уровень гемоглобина в этой группе обследованных по сравнению с группой лиц с дефицитом Г-6-ФД был значительно снижен ($P > 0,05$). Представляет интерес также сравнение показателей СОЭ и ССГЭ между этими группами обследованных. Средние значения СОЭ и ССГЭ при сочетании дефицита Г-6-ФД с β -талассемией оказались равными $86,5 \pm 0,72$ мм³ и $27 \pm 0,32$ нг соответственно. Эти показатели значительно больше средних показателей СОЭ и ССГЭ у лиц с β -талассемией ($P < 0,001$) и меньше обследованных с дефицитом Г-6-ФД ($P < 0,001$).

Таким образом, сочетание дефицита Г-6-ФД с β -талассемией сопровождается повышением уровня гемоглобина, СОЭ и ССГЭ, но при этом полного восстановления показателей гемоглобина, СОЭ и ССГЭ не происходит. Улучшение гематологических показателей у лиц с сочетанием дефицита Г-6-ФД с β -талассемией, по-видимому, связано с повышением активности фермента Г-6-ФД. Установлено, что у лиц с β -талассемией активность Г-6-ФД повышается (Р. Ф. Гарькавцева, А. Х. Халилова; Pionelli и Siniscalco; Pearson и соавт.: Carcassi). Увеличение активности Г-6-ФД в эритроцитах у лиц с β -талассемией, авторы объясняют наличием молодой популяции эритроцитов, в которой активность этого фермента повышена.

Carcassi установлено, что частота возникновения острых гемолитических кризов после употребления в пищу конских бобов у лиц с сочетанием дефицита Г-6-ФД с β -талассемией значительно ниже, чем у лиц только с дефицитом Г-6-ФД. Можно полагать, что у лиц с β -талассемией происходит компенсация недостаточности фермента за счет увеличения количества молодых клеток.

В наших предыдущих исследованиях была установлена положительная корреляция между частотой дефицита Г-6-ФД и частотой β -талассемии в 26 обследованных районах республики ($r = 0,67 \pm 0,02$, $P < 0,01$). Данные настоящей работы показывают, что наблюдаемая частота сочетания дефицита Г-6-ФД с β -талассемией достоверно больше, чем ожидаемая. Положительная корреляция между частотой генов дефицита Г-6-ФД и β -талассемии, значительная разница между фактически найденной и теоретически ожидаемой частотой сочетания этих генов в бывших гиперэндемичных по малярии районах указывают на взаимодействие между генами дефицита Г-6-ФД и β -талассемии.

Сочетание двух генов у одного человека, по-видимому, можно объяснить повышенной жизнеспособностью сочетанных генотипов в малярийных условиях. Если малярия явилась общим экологическим фактором, на основе которого происходил отбор этих двух различных генов, то, по-видимому, носители обоих генов будут обладать большей приспособленностью в малярийных условиях, чем носители одного гена.

1. Гарькавцева Р. Ф., Халилова А. Х. Проб. гематол., № 9, стр. 27—29, 1970.
2. Betke K., Marti H. Q., Schlicht I. Nature, p. 184, 1877—1878, 1959.
3. Cao A., Calanella R. M., Furber et al. J. Med. Genet., v. 15, p. 443—447, 1978.
4. Carcassi U. E. F. Ann. N. J. Acad. Sci., v. 232, p. 297—305, 1974.
5. Mofarland H. W., Pearson H. A., King E. R. J. Lab. Clin. Med., v. 56, p. 866—873, 1960.
6. Pionelli S., Siniscalco M. Brit. J. Haemat., v. 16, p. 537—549, 1969.
7. Siniscalco M., Bernini L., Filippi, et al. Bull. WHO, v. 34, p. 379—391, 1966.

Научно-исслед. институт
медицинской паразитологии

Поступило 15. II 1981

Р. Ш. Рустамов, Н. М. Гулијева

АЗЭРБАЙЧАНДА ГЛУКОЗА-6-ФОСФАТ ДЕГИДРОКЕНАЗА ФЕРМЕНТИ ЧАТМА- МАЗЛЫГЫ ВЭ β -ТАЛАССЕМИЈА КЕНЛЭРИ АРАСЫНДАКЫ ГАРШЫЛЫГЛЫ ТЭСИРИН ƏРЭНИЛМƏСИНƏ ДАИР

Мəгалəдə Азəрбајчаннн кечмишдə малјаријалə мəруз галмыш ики рајонундə лүкоза-6-фосфат дегидрогеназа (Г-6-ФД) ферменти чатмамазлыгы илə β -талассемија кенлэри арасындакы гаршылыгы əлагə популјасион вə биохимјави сəвијјэдə əрəнилмəсиндэн бəһс едилир. Алынган нəтичэлэр кəстəрир ки, хэр ики ирси ано-малијаннн јайылма тезлији онун нэзэри јайылма тезлијиндэн ганунаујгун шəкилдə чохдур ($P < 0,001$).

Бу кенлэрин ејни бир адамда раст кəлмəsi ганнн кəстəричилэринин јакшылаш-масына, микроцитоз вə гипохромия кими əламəтлэрин азалмасына сəбəб олур.

Ејни бир адамда ики кеннн гаршылыгы тэсирини онун малјариокен мүнхтдə саглам шəхслэргə нисбэтэн даһа чох ујгунлашмасы илə изаһ етмэк олар.

R. Sh. Rustamov, N. M. Kullev

ON THE INTERACTION BETWEEN GENES OF GLUCOSE-6-PHOSPHATE DEHYDROGENASE DEFICIENCY AND β -THALASSEMIA IN AZERBAIJAN

The interaction between the glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency (G-6-PD) and β -thalassemia genes at the population and biochemical levels in two regions, hyperendemic with malaria in the past in Azerbaijan SSR were studied.

The number of males with both G-6-PD deficiency and β -thalassemia was significantly greater than expected ($P < 0,001$). The G-6-PD deficiency and β -thalassemia combination exerts a beneficial effect on the hematological indices (decrease degree in hypochromia, microcytosis and anemia).

These findings are discussed in relation to increased selective advantage of the two genes under malarial pressure.

Б. А. ВЕЛИЕВ

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕЙКОЦИТАРНОЙ СИСТЕМЫ У БОЛЬНЫХ СО СВИНЦОВОЙ ИНТОКСИКАЦИЕЙ В ПЕРИОД ОБОСТРЕНИЯ

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

В отечественных и зарубежных исследованиях гематологические нарушения считаются одним из главных проявлений свинцовой интоксикации. Однако в основном гематологические исследования посвящены изучению красной крови.

Работы, касающиеся белой крови, немногочисленны и противоречивы [1, 2, 3, 4]. Вместе с тем, в настоящее время изучению белой крови, являющейся показателем компенсаторно-приспособительной способности организма, придается большое значение.

Известно, что изучение состояния лейкоцитарной системы дает информацию о взаимообусловленности нервно-эндокринно, адапционно-приспособительной способности организма, так как в защитных реакциях его принимают участие нервные, гуморальные и гормональные механизмы, регулирующие функции всех систем организма, включая обменные процессы.

В повседневной практике при подсчете относительных чисел лейкоцитов, нашедших широкое применение в биологии и медицине, возникают многочисленные вопросы о диагностической ценности, разноречивости и сущности изменения отдельных компонентов лейкоформулы. В этой связи исключительно большое значение приобретают математические методы для расшифровки и оценки лейкоцитарной системы.

Сигнальным показателем возникающих изменений в лейкоцитарной реакции может служить показатель "энтропии", который вычисляется по относительным показателям лейкоцитарной формулы. Уменьшение показателя "энтропии" следует оценивать как повышение организованности системы белой крови, а повышение как снижение этой системы.

Энтропия, основанная на математической интерпретации, дает возможность оценивать обнаруженные изменения в целом в лейкоформуле, а не только в отдельных формах лейкоцитов.

Вычисление "энтропии", характеризующей состояние всего белкового спектра сыворотки крови, в целом применено рядом авторов [3, 7]. Однако этот вопрос у больных со свинцовой интоксикацией вообще, а в частности при обострении ее не изучен. Поэтому изучение его представляет как теоретический, так и практический интерес.

Вычисление "энтропии" производили по формуле:

$$H = \sum P_i \log_2 P_i,$$

где H —энтропия, P_i —относительное число отдельных форм лейкоцитов.

Под нашим наблюдением находился 141 больной со свинцовой интоксикацией в период обострения. В соответствии с классификацией свинцовых отравлений, утвержденной Минздравом СССР, 70 больных составляли тяжелую степень, а 71 больной—среднюю.

Общее количество лейкоцитов, лейкоформула и показатели "энтропии" лейкоцитарной системы изучены до и после лечения.

Установлено, что до лечения средние показатели относительных чисел эозинофилов, палочкоядерных, моноцитов находятся ниже границы нормы, а среднее число сегментоядерных, лимфоцитов, общее число лейкоцитов выше средних показателей нормы. Показатель "энтропии" оказался повышенным как до лечения, так и после. Притом после лечения показатель "энтропии" лейкоцитарной системы был выше, чем до лечения ($t = 1,38$). Иначе говоря, несмотря на лечение, продолжала нарастать неупорядоченность системы лейкоцитов, так как повышение "энтропии" свидетельствует о дезорганизации механизма регуляции системы лейкоцитов, т. е. поддержание гомеостаза.

Число лейкоцитов после лечения, по сравнению с периодом до лечения достоверно ($t = 2,85$, $P < 0,05$) снизилось. Такое же снижение касается и сегментоядерных ($t = 3,80$, $P < 0,05$). Остальные показатели лейкоформулы, т. е. снижение число эозинофилов и увеличение палочкоядерных, лимфоцитов, моноцитов после лечения, по сравнению с исходными, оказались недостоверными (соответственно $t = 0,061$, $t = 0,572$, $t = 1,443$ и $t = 0,0544$). Коэффициент вариации показателя "энтропии", сегментоядерных, лейкоцитов, лимфоцитов, оказался более тесным, чем моноцитов, эозинофилов, палочкоядерных.

Расчет коэффициента корреляции между "энтропией" и числом лейкоцитов, компонентами лейкоформулы, СОЭ показал, что между "энтропией" и эозинофилами, палочкоядерными, сегментоядерными, лимфоцитами и моноцитами как до лечения, так и после имеется высокодостоверная корреляционная связь, которая между "энтропией" и числом лейкоцитов и СОЭ как до лечения, так и после лечения была недостоверна. Притом, корреляционная связь между указанными показателями до и после лечения оказалась неодинаковой.

При изучении коэффициента регрессии установлено, что повышение "энтропии" на 0,1 единицу до лечения соответствует 4,0 эозинофилов, 8,0 палочкоядерных, 31 сегментоядерных, 17 лимфоцитов, 7,0 моноцитов и, наоборот, после лечения на 0,1 единицы "энтропии" соответствовали 4,0 эозинофилов, 5,0 палочкоядерных, 24 сегментоядерных, 9 лимфоцитов, 7,0 моноцитов. Эти данные свидетельствуют о том, что ухудшение организованности лейкоцитарной системы сопровождается снижением числа палочкоядерных, сегментоядерных и лимфоцитов, что характерно для снижения нейтрофило-лимфоцитарной ассоциации, а изменение этого показателя, являющегося косвенным показателем изменения содержания минералокортикоидов, возникающих при компенсаторно-приспособительных механизмах организма [6]. До лечения более ярко выражено, чем после лечения.

Установленные положительные корреляционные связи между показателем "энтропии" и эозинофилов, палочкоядерными, лимфоцитами моноцитами указывают что их нарастание сопровождается увеличением числа последних в периферической крови, и, наоборот,

отрицательная связь между сегментоядерными указывает на снижение числа последних при увеличении "энтропии"

При изучении зависимости изменения показателя "энтропии" от тяжести интоксикации установлено, что после лечения она больше повышается у больных с тяжелой степенью (от $M \pm 1,28039$ до $1,33441$), чем у больных со средней степенью ($M \pm 1,3248$ до $1,32735$).

Учитывая, что лимфоцитоз встречается у всех, соприкасающихся со свинцом, и число лимфоцитов уменьшается при нарастании тяжести свинцовой интоксикации [1], это подтверждается нашими данными, можно констатировать, что понижение показателя "энтропии" вне обострения сопровождается повышением лимфоцитов и снижением нейтрофилов и, наоборот, при обострении наступает обратный сдвиг, притом эти изменения согласуются с тяжестью интоксикации.

Изучением коэффициента регрессии между лимфоцитами и нейтрофилами по тяжести интоксикации установлено, что если до лечения при тяжелой степени интоксикации одному нейтрофилу соответствовало 0,116 лимфоцитов ($P < 0,01$), то при средней тяжести — 0,012 лимфоцитов ($P < 0,1$), а после лечения при тяжелой степени — 0,264 ($P < 0,01$) и при средней степени — 0,041 лимфоцитов ($P < 0,1$). Отсюда следует, что при обострении интоксикации как у больных со средней, так и с тяжелой степенью (более ярче) наступает увеличение нейтрофилов, являющихся косвенным показателем активации симпато-адреналовой системы, а сдвиги лейкоцитарной системы и взаимоотношение отдельных компонентов между собой согласуются с тяжестью и наличием или отсутствием обострения свинцовой интоксикации.

На основании полученных нами данных можно заключить, что у больных со свинцовой интоксикацией вообще, а в частности при ее обострении, страдает не только красная кровь, а также вовлекается в патологию вся лейкоцитарная система в целом, а не отдельные ее компоненты. Это дает основание пересмотреть укоренившееся ранее мнение о том, что при свинцовой интоксикации страдает только красная кровь.

Литература

1. Алданазаров А. Т., Никуличева В. С., Атчабаров Б. А. К картине крови при сатурнизме. В кн.: Труды ин-та краевой патологии АН Казахской ССР, т. VIII, стр. 151—158. Алма-Ата, 1960.
2. Брейтбург А. М., Сперанский И. И., Дайн Е. И., Шахновская С. Б. Журн. Гигиена труда, 12, стр. 3—22.
3. Гасанов А. С., Каплан Б. Г., Гурвич В. Е. Применение математических методов к исследованию белковых фракций сыворотки крови методом электрофореза на бумаге. В кн.: Мат-лы научных конференций Азгосмединститута по выполненным научно-исследовательским работам. Практические предложения, вып. 2, стр. 17—18. Баку, 1962.
4. Кабакова Д. И., Маркус И. М. К клинике сатурнизма и морфологии крови у рабочих полиграфического производства. В кн.: Труды и материалы Украинского государственного института рабочей медицины, вып. 1, Харьков, 1928.
5. Кайракбаев М. К. К клинике хронической интоксикации свинцом. В кн.: Труды института краевой патологии АН Казахской ССР, т. IX, стр. 159—172. Алма-Ата, 1961.
6. Макотченко В. М., Малинина-Пущенко В. П., Мачула В. Я. Журн. Гигиена труда и проф. заболевания, 2, стр. 47—49, 1976.
7. Сильдвер А. Ю. Исследование белков сыворотки крови у доноров. Мат-лы 1-го совещания по актуальным вопросам клинической биохимии, стр. 123. Рига, 1968.

КӘСКИНЛӘШМӘ ДӨВРҮ ОЛАН ХӘСТӘЛӘРДӘ ГУРҒУШУН ИНТОКСИКАЦИЯСЫНЫҢ АҒЫРЛЫҒЫНДАН АСЫЛЫ ОЛАРАҒ ЛЕУКОСИТЛӘРИН МҮТЛӘГ САҠЫНЫҢ ДӘҠИШИЛМӘСИ

Гурғушун интоксикациясының кәскинләшмә дәврүндә олан 141 орта вә ағыр формалы хәстәдә периферик ганда леукоцитләрин үмуми мигдары вә аҗры-аҗры формаларының мутләг саҗы өҗрәниләмиш вә ашкар едилмишдир ки, еозинофилләрин, чубугнүвәлиләрин вә моноцитләрин мутләг саҗының орта кәстәричиси нормаҗа нисбәтән ашағы дүшмүш, лимфоситләр исә артмышдыр. Сегментнүвәли леукоцитләрин саҗы нормаҗа нисбәтән орта ағырлыг дәрәҗәси олан хәстәләрдә азалмаҗа, ағыр формасында исә чохалмаҗа меҗилли олмушдур. Еләчә дә геҗд едилмишдир ки, интоксикацияның ағыр формасы олан хәстәләрдә орта ағырлыглы хәстәләрә нисбәтән леукоцитләрин үмуми мигдары, еозинофилләрин, сегментнүвәлиләрин мутләг саҗы дүрүст артымыш вә чубугнүвәлиләр, лимфоситләр, моноцитләр исә азалмышдыр. Мүәлихәдән сонра леукоцитләрин үмуми мигдары вә аҗры-аҗры формаларының мутләг саҗының дәҗишилмәси ағыр формалы хәстәләрдә, орта ағырлыглы хәстәләрә нисбәтән даҗа җахшы нәзәрә чарпыр.

B. A. Veliyev

TO THE QUESTION OF LEUCOCYTE SYSTEM STUDY WITH PATIENTS WITH LEAD-INTOXICATION IN THE EXACERBATION PERIOD

The total amount of leucocytes, leucoformula, the index of "entropy", the variation and correlation coefficient, the regressions between the index of "entropy" and leucoformula components were studied before and after the treatment of 141 patients having lead-intoxication, 70 with serious degree, 71—with average degree during the exacerbation period.

It was determined that before the treatment the average indexes of eosinophils, rod-shaped nucleus and monocytes were below the lower limit of standard, and average number of segment-shaped nucleus, lymphocytes, general amount of leucocytes, the indexes of "entropy" were higher than the average standard.

After the treatment the number of rod-shaped nucleus, lymphocytes and monocytes, indexes of "entropy" increased, but the number of eosinophils, segment-shaped nucleus, total number of leucocytes reduced.

The calculation of correlation coefficient shows that there is a highly reliable positive connection between the indexes of "entropy", eosinophils, rod-shaped nucleus, lymphocytes and monocytes, and there is a negative connection with the segment-shaped nucleus. The same correlation was observed after the treatment. The indexes of the regression coefficient enable us to ascertain the fact that the increase of the index of "entropy" before treatment is accompanied by the increase of neutrophilolymphocyte gradient on account of neutrophils, which are the indirect indicators of compensate-adapting mechanisms of the organism, and after the treatment the increase of the index of "entropy" is accompanied by the reduce of neutrophilolymphocyte association.

УДК 738 (479.24)

ИНЧЭСЭНЭТ

Ш. Н. ӘЛӘСКӘРОВА

ДИНИ ХАРАКТЕРЛИ ГӘДИМ АЗЭРБАЙҶАН КЕРАМИКАСЫНЫН БӘДИИ-ПЛАСТИК ХҮСУСИЈАТЛАРИ

(Азәрб. ССР ЕА академики М. Ә. Нүсәјнов тәғдим етмишдир)

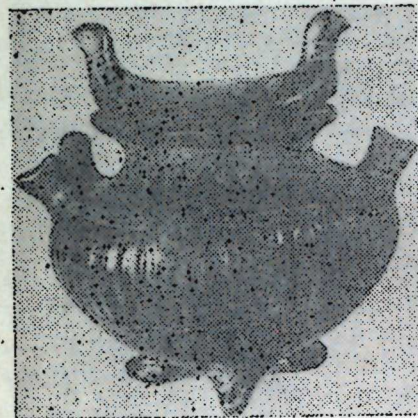
АзәрбајҶанда тунч дөврүнүн сону вә дәмйр дөврүнүн әввәлләриндә јарадылмыш чилалы гара керамика һәм мәишәтдә ишләдилмәк, һәм дә дини ајинләрдә истифадә едилмәк кими ики мәгсәдә хидмәт етмишдир. Олардан мүхтәлиф дини ајинләрлә әлагәдар олмуш габлары үч група бөлмәк олар: 1-чи група зооморф габлар, јә'ни фигурлу керамика, 2-чи група бирләшмиш габлар, 3-чү група исә боғазлы чәкмә формалы габлар дахилдир.

Мүхтәлиф пластик формаларда олан гуш, илан, мејмун, өкүз вә гојун башы шәкилли фигурлу габлар зооморф габлара аиддир. Зооморф габлар гәдим АзәрбајҶан әразисиндә кеннш јайылмыш вә инкишаф етмишдир. Гуш шәклиндә олан, ерадән әввәл Х—ІХ әсрләрдә һазырланмыш вә Фүзули рајонунун Молламәһррәмли кәндиндән 1950-чи илдә тәсадүфән тапылмыш кил габ¹ өз декоративлији илә диггәти чәлб едир. Боз рәнкли бу зооморф габ фигурлу керамиканын ән гәдим вә надир нүмунәләриндән һесаб едилир. Күрә шәклиндә олан гушун көвдәси һәр тәрәфдән беш габарыг маили хәтләрлә бәзәдилмишдир. Гушун ганадларыны тәмсил едән бу декоратив үнсүрләр габа пластик көркәм верир. Бу маили габарыг хәтләр көвдәнин күрә шәкилли олмасыны гејд едир, јахшы нәзәрә чарпдырыр. Гушун көзләринин мунчугла инкрустасија едилмәси вә шәклинин габарыг гөвсләрлә верилмәси мәмулатын декоратив ифадәлилијини хејли гүввәтләндирир. Бу фигурун үмуми гурулушуна әлавә едилмиш бојун конструктив чәһәтдән керамик композисијаны зәнкииләшдирир вә габын дини ајин вәзифәсини ајдынлашдырыр.

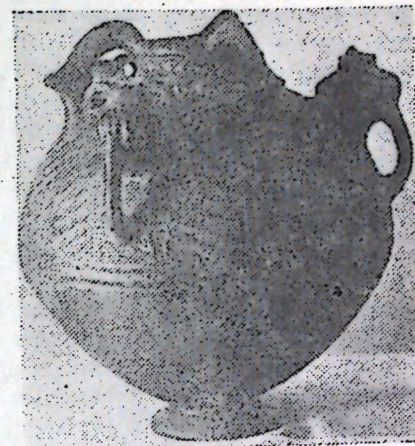
Тунч дөврүнүн сонуна аид фигурлу керамиканын ән јахшы нүмунәләриндән олан бу кил габдан хејир вә бәрәкәт, јағынты култуна һәср едилмиш ајинләрдә истифадә едилмишдир. Габын чийинләринә бирләшдирилмиш бојун пластик керамик композисијаны јахшы тамамлајыр вә дәстәк үчүн дајаг вәзифәсини көрүр. Бурада баш илә гујруг, үч ајаг отурачаг илә бојун арасындакы симметрик мүнәсибәт керамик фигура сабитлик, дајаныглы бир көркәм вермишдир. Габын үмуми пластик ифадәлији вә ајры-ајры декоратив элементләрин лакониклији ону фигурлу керамиканын көркәмли прототипләри сырасына дахил етмишдир.

Минкәчевирин курган гәбириндән тапылмыш чохфигурлу бәди керамик композисија² (1-чи шәкил) гара чилалы фигурлу габларын прототипләриндәндир. Габын чийинләриндә бир-биринә әкс истигамәт-

дә јерләшән ики көјәрчин фигуру, горелјеф формасында, јандан тәсвир едилмишдир. Габын о бири ики чийиндә исә әкс тәрәфләрә бахан ики гуш башы барелјеф формасында верилмишдир. Чәркә илә шагули новларла бәзәнмиш көвдәнин ашағы һиссәси габын үч шәрти



1-чи шәкил. Минкәчевирдән тапылмыш гуш фигурлары илә бәзәдилмиш фигурлу гара чилалы кил габ, е. ә. XI—ІХ әсрләрә аиддир.



2-чи шәкил. Минкәчевирдән тапылмыш бирләшмиш габлар, е. ә. XI—ІХ әсрләрә аиддир.

гушбашы көркәминдә отурачағы илә тамамлачыр. Еллипс формасында олан гапаг ики гуш бәдәнинин әкс истигамәтдә бирләшмәсиндән јарадылмышдыр. Гапагда верилмиш бу ики гуш башы габын чийинләриндәки горелјеф шәкилли гушлара тәрәф јөнәлдилмишдир. Габын үмуми композисијасы чәзәрә чарпан дәрәчәдә динамик верилмишдир, санки гушун горелјеф формалары габын чийинләриндә ардычыл һәрәкәт едәрәк бир-бирини әвәз едир. Әкәр тамашачы габа даирәви һәрәкәт заманы бахса, онда биринчи нөвбәдә гушун барелјеф башы, онун ардынча исә горелјеф көјәрчин фигуру көрүнәр. Бу чүр ардычыллыг габын бәди композисијасында ики дәфә тәкрар олунур. Әкәр бу мәмулаты даирәви мүстәви үзәриндә фырлатсаг, пластик тәсвирин ритмик тәкraryны нүмајиш етдирмиш оларыг. Бу тәчрүбә елә бир тә'сир јарадыр ки, санки гушлар тамашачы илә үзбәүз кәләндән сонра јана чеврилиб узаглашыр, әввәлчә профилдән, сонра исә архадан көрүнүр. Гапаг вә чийин фигурларынын мүхтәлиф бахымдан (өн вә јан тәрәфдән) верилмәси керамик композисијанын пластик көзәллијинә ритмик рәнкарәнклик кәтирмишдир. Габын гапагыны вә боғазыны бәзәјән газма нахышлар пластик композисијанын бәдилијини гүввәтләндирир. Бу график тәсвирләр күнәш шүаларыны хатырладан кәсилмиш үчбучаглардан ибәрәт олуб, пластик формаларла аһәнкдарлыг тәшкил едир. Зәнкин фантазијаја вә јүксәк бәди зөвгә малик гәдим сәнәткар, бурада өзүндән әввәлки дулусчулуг ән'әнәләри әсасында надир сәнәт нүмунәси јаратмышдыр. О, тунч дөврүндә (е. ә. XI—ІХ әсрләрдә) гара чилалы керамикада пластик образын ән јахшы нүмунәләриндән бирини јаратмышдыр. Бу габ да хејир вә бәрәкәт ајинләриндә истифадә едилмишдир.

Гәдим бирләшмиш габлар пластик керамик композисијаларын оријиналлыгы илә диггәти чәлб едир.

Ерадан эввал XI эсрә аид олан гара рәнкли керамик нүмунә бирләшмиш габларын ән гәдим формаларында биридир. Бурада үч габы бирләшдирән элава көмәкчи керамик формалар үмунн композисијанын тамлыгына хәләл јетирир вә бир тамаша объекти кими ону чох ағырлашдыр. Гәдим дулусчу, бәлкә дә бу нөгсаны көрмүш, лакии она көз јуммуш вә өз мәгсәдинә чатмаг үчүн асан јолла кетмишдир. Бурада дулусчунун әсас мәгсәди габларын үчүнүн дә мүхтәлиф көрүш нөгтәләриндән ејни дәрәчәдә јахшы көрүнмәсинә наил олмаг иди. Уста өз мәгсәдинә наил олмушдур. Бирләшдиричи борулар габларын аралы дурмасына вә јахшы көрүнмәсинә имкан верир. Әсәрә бирләшдиричи боруларын өнүндән саханда онун композисија симметриклији хүсусијәти ортаја чыхыр. Көрүнүр ки, дулусчу бу әсәриндә композисија бүтөлүјүнү тамаша еффекинә гурбан вермишдир. Бу исә тәсадүфи олмајыб, сифаришин характери, керамик мәмулатын дәфи ајинләриндә истифадә едилмәсилә әлағәдардыр. Бу габын көвдәсинин вә аракәсмәләринин (бирләшдиричи боруларын) ашағы һиссәси чызылмыш үчбучагла бәзәдилмиш, бу үчбучагларын ичәрисин ағ маддә илә долдурулмуш, инкрустасија едилмишдир. Нәтичәдә композисијада јаранмыш рәнк контрастлыгы ајры-ајры керамик формаларын ортаја чыхмасына имкан вермишдир.

Һәр үч аракәсмәнин декоратив әләмәтләри бу боруларын үмунн композисијада мүһүм, биринчи дәрәчәли рол ојнадыгыны көстәрир.

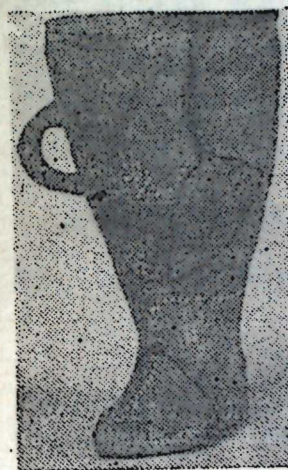
Бирләшмиш габлар, өлүләр култу илә әлағәдар олараг тунч дөврүнүн XI—IX әсрләриндә чох кениш јайылмышдыр. Башга бир нүмунәдә боз рәнкли бирләшмиш кил габын³ чијинләринә, она јеткинлик, бүтөлүк, зәрифлик вә пластик композисија характери верән үч кичик долча јапышдырылмышдыр (2-чи шәкил). Бу керамик композисија өзүнүн декоратив вә конструктив хүсусијәтләринә көрә, сөзсүз ки, бирләшмиш габлар группун ән надир нүмунәсидир. Бу әсәр дә әввалки бирләшмиш габлар кими дәфи ајинләринә һәср едилмишдир. Бу керамик композисија әввалки нүмунәдә көрдүјүмүз арханк керамик формаларын тәкмилләшмәси сәјәсиндә мејдана чыхмыш мүвәфәғијәтли бир әсәрдир, гәдим дулусчунун бөјүк јарадычылыг наилијәтидир. Әкәр әввалки нүмунәдә габлар аракәсмәләрлә бирләширдисә, индики һалда онлар (кичик габлар) бир-бирилә бөјүк усталыгла һазырланмыш бөјүк габын чијинләриндә бирләшдирилмишдир. Бурада бөјүк габ әввалки арханк нүмунәдә олан аракәсмәләри мүвәфәғијәтлә әвәз етмишдир. Аракәсмәләр әввалки әсәрдә композисија дағыныгына сәбәб олурду. Бу тәкмилләшмиш керамик әсәрдә исә дулусчу дәфи ајининин тәләбләринә ујун олан, лакии ваһид композисијада топланмыш "бирләшмиш габларын" јени, камил вариантыны, јени сәнәт нүмунәси јаратмаға наил олмушдур.

Гәдим сәнәткар конструктив вә декоратив формаларын мәнтиги бирлијиндән оријинал керамик композисија, надир сәнәт әсәри јаратмышдыр. Бу бирлијин әсасыны сферик формада олан бөјүк габ тәшкил едир. Онун боғазынын отурачагла симметрик тәрздә гурулмасы үч гулпун, көмәкчи үч кил габын вә онларын дәстәквари отурачаглагынын ритмик аһәндәрлыгла јерләшдирилмәси, көвдәнин габарыг јолка нахышлары, боғазын ағ маддә илә долдурулмуш күнәш рәмзи дулусчунун "вәһдәт, ваһидлик, бирлик" идејасына табә едилмишдир. Бу әсәрдә керамик формалар арасында јахшы тапыл-

мыш нисбилик, зәриф пластик аһәндәрлыг кими көзәл келфијәтләр дә һәмми идејаја хидмәт едир.

Гәдим әчдадларымыз инсанларын бир нечә (кишиләрин 5, гадыналарын 4) руһу олдуғуну күман едирмишләр. Куја бу руһлар, инсан өлөндән сонра да ону ахирәт дүнјасында мүшәјиәт едирмишләр. Гәбирдә бу руһларын гидаланмасы үчүн "бирләшмиш габлар"дан истифадә едилмишдир⁴. Руһлар бир бәдәндә бирләшдији кими, онлар хидмәт едән габлар да ваһид, монолит бир композисијада бирләшдирилмишдир.

Тунч дөврүнүн ахырларында вә дәмир дөврүнүн әввалларында гәдим Азәрбајҹанда боғазлы чәкмә формалы гара керамик габларын истеһсалы кениш миғјасда олмушдур. Бу типли габларын бир сыра надир нүмунәләри Минкәчевирдән тапылмышдыр. Археолог Г. И. Ионә онлары дөрд група бөлмүшдүр⁵.



3-чү шәкил. Минкәчевирдән тапылмыш узунбоғаз чәкмә формалы дәфи габы, е. ә. XI—IX әсрләрә аиддир.

Биринчи вә икинчи групплар е. ә. XI—IX әсрләрә, үчүнчү вә дөрдүнчү групплар исә е. ә. IX—VIII әсрләрә аид едилмишдир. Группун бир нүмунәси оријинал пластик вә декоратив формалары илә даһа чәлбәдичидир (3-чү шәкил). Онун боз рәнклә олан бир гулпу, коник көвдәси, шагули формалы кил габлары хатырладыр. Көвдәнин коник формасы ашағы кетдикчә даралараг чарыг шәкилли ајаггабыја чеврилир. Чарығын галхмыш бурну вә онун тикиши хатырладан инкрустасија едилмиш нахышлары бу габа Гафгаз узунбоғазынын көркәминин верир. Көвдәнин орта һиссәсиндә верилмиш марал, јахуд кечи тәсвирләри бәрк кварс дәнәләри илә инкрустасија едилмишдир. Бурада тәсвир композисијасында көстәрилән ики һејван, спирал шәкилли иланвары кәмәнд, гоша үчбучаг формалы ики кәмәнд дашы мәрһумун овчулуг фәалијәтиндән тәсвирли јазы, пиктограм кими нәгл едир. Ајаггабы формалы кил габ исә мәрһумун руһунун ахирәт дүнјасына кетмәси үчүн һазырланмышдыр.

Бу типли габларын дабанларында олан габарыг чыхынтылар апотропик хүсусијәт дашымыш, куја онлары бәдхәһ руһлардан горујурмуш.

Узунбоғаз чәкмә формалы габларын дини функцијасы һағғында ики фәрзијә вардыр. Биринчи фәрзијәлә көрә бу типли габлар мәишәтдә ишләдилмәк үчүн һазырланырмыш⁶, Икинчи фәрзијә даһа

инандырычы вә мараглыдыр, М. И. Максимованын ирәли сүрдүҗу бу фәрзијә һәмни габларын хитоник характерини, өлүләр култу вә дәфи ајини илә бағлылығыны ашкар едир. М. И. Максимова кәстәрир ки, бу габлары өлүләрин јанына она кәрә гојармышлар ки, очларын руһлары бу габларда ахирәт дүңјасына асанлыгга кедиб чыхсынлар.⁷

Нәзәрән кечирдијимиз дулусчулуг әсәрләри гәдим керамика сәнәтимизин бәдин пластик хүсусијәтләрини вә о дөврүн естетик идејаларыны өзүндә ј хшы әкс етдирир. Мүасир керамикамызын ин-кишафында бу бәдин ирсини наилијәтләриндән јарадычылыг јолу илә истифадә етмәк лазымдыр.

Әдәбијат

- ¹ Н. И. Рзајев. Гәдим дөвләрдә Азәрбајҗан инчәсәнәти. „Азәрбајҗан инчәсәнәти“, Бақы, 1977, 8-чи шәкил.
- ² С. М. Казиев. Археологические раскопки в Мингечауре МКА, т. I, Баку, 1979, рис. 28 (в-П).
- ³ Г. М. Асланов, Р. М. Ваидов, Г. И. Ионе. Древний Мингечаур, Баку 1959, табл. XII, рис. 9.
- ⁴ Н. И. Рзаев. Искусство Кавказской Албании с древнейших времен до VIII в. Автореферат докт. дисс. Баку, 1968, сәһ. 24—25.
- ⁵ Г. И. Ионе. Глиняные сосуды-сапожки из Мингечаура. МКА, т. III, Баку, 1953 сәһ. 36—42.
- ⁶ Г. И. Ионе. Кәстәрилән әсәри, сәһ. 55.
- ⁷ М. И. Максимова. Античные фигурные вазы, т. I, М., 1916. сәһ. 8—9.

Азәрб. ССР ЕА Меґмарлыг вә Инчәсәнәт
Институту

Алынмышдыр: 10. V—1982

Ш. Г. Алескерова

ХУДОЖЕСТВЕННО-ПЛАСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕВНЕЙ КЕРАМИКИ АЗЕРБАЙДЖАНА КУЛЬТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В статье анализируются лучшие образцы художественной керамики древнего Азербайджана эпохи бронзы и раннего железа, имеющие религиозно-культовый характер. Автор уделяет особое внимание классификации керамических изделий и выявлению их художественно-пластических особенностей. Здесь определено функциональное назначение керамических сосудов, их связь с такими культами как культ плодородия, культ мертвых.

Автор установил, что древние гончары воплотили пластические образы тех эстетических идеалов и идеологических тенденций эпохи в керамические изделия со сложно-композиционными особенностями, которыми они руководствовались в своем творчестве.

Sh. G. Aleskerova

ART-PLASTIC PECULIARITIES OF ANCIENT AZERBAIJAN CULT APPOINTED CERAMICS

The best specimens of ancient Azerbaijan art ceramics of the bronze and early iron epoch having the religious cult character are analyzed in the article.

The author pays special attention to the classification of the ceramical articles and to revealing of their art plastic peculiarities. The functions of ceramical vessels, their relation to such cults as cult of fertility and cult of the dead are defined.

The author determined that the ancient potters embodied plastic images of those aesthetic ideals and ideological tendencies of the epoch, by which they were guided in their work, in ceramical articles with complexed compositional peculiarities.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазиијат

- | | |
|---|----|
| Н. Ә. Рүстәмов. Дөрдүнчү тәртиб диференсиал операторун мәхсуси әдәдләринин асимптотикасы | 3 |
| Р. Б. Фејзуллајев. Сонсуз чоҳлугда чоҳјерли функцијалар чәбринин сых алтчәбрләри | 7 |
| К. С. Мәмәдов. Полиномиал диференсиал-оператор дәстәсинин спектринин пайланмасы вә онун тәтбиғи | 10 |
| М. Р. Бүнјадов, С. А. Бајрамов. Тоположи фәзалар категоријасында К-нәзәријә | 14 |
| К. Ј. Леонов. Нәјәчанланманын јайылма сүрәтинин мәйдудлуғу һағғында | 19 |

Јарымкечиричиләр физикасы

- | | |
|--|----|
| С. Н. Абдуллајева, В. Ә. Әлијев. Р—TiGaSe ₂ кристалларында јапышма сәвијәләринин параметрләринин тәјин едилмәси | 23 |
|--|----|

Молекулјар физика

- | | |
|---|----|
| Е. Ә. Мәсимов, С. Ә. Нәчыјев, В. В. Прудко, А. У. Маһмудов, В. Б. Јурханов. Агарозанын суда мөһлулунда агрегатларын әмәлә кәлмәси вә парчаланмасынын тәдиги | 28 |
|---|----|

Физики кимја

- | | |
|--|----|
| А. С. Аббасов, Т. Х. Әзизов, А. Н. Нүсејнов. Гадолиний сульфидләринин термодинамик хәссәләринин тәдиги | 32 |
|--|----|

Гејри-үзви кимја

- | | |
|---|----|
| Р. Ә. Әләкбәров, Н. Н. Маков, А. Ә. Әләкбәрова, Б. Ј. Муратов. Чивәнин моноионафтен туршулары илә екстракцијасы | 35 |
|---|----|

Физики кимја

- | | |
|--|----|
| М. Х. Әннағыјев. Тәбин сеолитләрин Cr ₂ O ₃ вә La ₂ O ₃ гаршылыглы тәсиринин характеринин рентенографик, инфрағырмызы спектроскопија үсуллары илә тәдиги | 40 |
|--|----|

Кеолокија

- | | |
|--|----|
| М. Ч. Мазанов. Стратиформ филиз әмәләкәлмә нәзәријәси һағғында | 44 |
|--|----|

Нефт кеолокијасы

- | | |
|--|----|
| Н. К. Әлифов, Т. М. Нүсејнов, Т. Н. Сәрәчов. Ләкбатан-Пута-Гушхана нефт јатағында мәһсулдар гатын јухары шөбәси ләјларынын нефтвәрмәсинин јүкәддилмәси һағғында. | 47 |
|--|----|

Тектоника

- | | |
|---|----|
| Ә. Ш. Шыхәлибәјли, Г. И. Аллаһвердијев, Т. Н. Нәсиров, З. А. Вәлијев, С. М. Микајылов, Л. А. Порошина, Н. Т. Нәғвердијев. Левчәј филиз сәһәсинин филизјерләшдиричи силициумлу-карбонатлы гатынын јашы вә структур вәзијәти һағғында јени мәлуматлар. (Кичик Гағғаз) | 51 |
|---|----|

Кеофизика

М. М. Рәчәбов. Сынан далгаларын амплитуд аномалияларынын физики маһијәти һағында	55
--	----

Ботаника

Н. А. Һүсәјнова. Гәрәңфилчәкләр фәсиләсиндән олан гәрәңфил битки-синин диши каметофитинин иңкишафы	59
--	----

Биофизика

Ч. Ә. Әлијев, Ф. Ә. Гулијев, С. Е. Разијев. Сигнал-күј нисбәти спектрал өлчүләрин әсас характеристикасыдыр	62
--	----

Паразитолокија

Р. Ш. Рустамов, Н. М. Гулијева. Азәрбајчанда глүкоза-6-фосфат деһидрогеназа ферменти чатмамазлыгы вә β -талассемија кенләри арасындакы гаршылыгы тәсири өјрәнилмәсинә даир	66
--	----

Тибб

Б. Ә. Вәлијев. Кәскинләшмә дөврү олан хәстәләрдә гурғушун интоксика-сијасынын ағырлыгындан асылы олараг лејкоситләрин мүтләг сајынын дәјишил-мәси	70
---	----

Иңчәсәнәт

Ш. Н. Әләскәрова. Дини характерли гәдим Азәрбајчан керамикасынын бәдин-пластик хүсусијәтләри	74
--	----

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

Н. А. Рустамов. Асимптотика собственных чисел дифференциального оператора четвертого порядка	3
Р. Б. Фейзуллаев. Плотные подалгебры многоместных функций на бес- конечном множестве	7
К. С. Мамедов. О распределении спектра полиномиального дифферен- циально-операторного пучка и приложение	10
М. Р. Бунятов, С. А. Байрамов. К-теория на категории топологических пространств	14
К. Я. Леонов. Об ограниченности скорости распространения возмущений	19

Физика полупроводников

С. Г. Абдуллаева, В. А. Алиев. Определение параметров уравнений прилипания в кристаллах $P-TiGaSe_2$	23
---	----

Молекулярная физика

Э. А. Масимов, С. А. Гаджиев, В. В. Прудько, А. У. Махмудов, В. Б. Юрханов. Исследование кинетики образования и распада НМЧ в водных растворах агарозы	28
--	----

Физическая химия

А. С. Аббасов, Т. Х. Азизов, А. Г. Гусейнов. Исследование термо- динамических свойств сульфидов гадолиния	32
--	----

Неорганическая химия

Р. А. Алекперов, Н. Н. Маков, А. А. Алекперов, Б. Ю. Муратов. Экстракция ртути (II) монохлорнафтоновыми кислотами	35
--	----

Физическая химия

М. Х. Аннагнев. Исследование характера взаимодействия природных цео- литов с Cr_2O_3 и La_2O_3 рентгенографическим, ИК-спектроскопическими методами	40
--	----

Геология

Д. Д. Мазанов. Вопрос о теории стратиформного рудообразования	44
---	----

Геология нефти

Г. К. Алифов, Т. М. Гусейнов, Т. С. Сараджев. О путях повышения нефтеотдачи горизонтов верхнего отдела ПТ месторождения Локбатан—Пута- Кушхана	47
--	----

Тектоника

Чл. корр. Э. Ш. Шихалибейли, Г. И. Аллахвердиев, Т. Н. На- сиров, З. А. Велиев, Л. А. Порошина, С. М. Миканлов, А. Т. Ах- вердиев. Новые данные о возрасте и структурном положении рудовмещающей кремнисто-карбонатной толщи левчайского рудного поля (малый Кавказ)	51
---	----

Геофизика

- М. М. Раджабов. О физической природе аномалии амплитуд преломленных волн 55

Ботаника

- Н. А. Гусейнова. Макроспорогенез, развитие женского гаметофита и эмбриогенез некоторых представителей рода гвоздичные 59

Биофизика

- Акад. Д. А. Алнев, Ф. А. Гулнев, С. Э. Разнев. Соотношение сигнал/шум как основная характеристика спектральных измерений 62

Паразитология

- Р. Ш. Рустамов, Н. М. Кулнева. К вопросу о взаимодействии генов дефицита глюкозо-6-фосфат дегидрогеназы и β -талассемии в Азербайджане 66

Медицина

- Б. А. Велнев. К вопросу изучения лейкоцитарной системы у больных со свинцовой интоксикацией в период обострения 70

Искусство

- Ш. Г. Алескерова. Художественно пластические особенности древней керамики Азербайджана культового назначения 74

Сдано в набор 5. 09. 83 г. Подписано к печати 24. 11. 83 г. ФГ 15336. Формат бумаги 70×100¹/₁₆. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литератур. Печать высокая. Печ. лист 6,82. Уч. изд. лист 5,53. Тираж 620. Заказ 1210.
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

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

$$R^n, r_n$$

Греческие буквы нужно обводить (в кружок) красным карандашом. Буквы готического шрифта и рукописные в рукописях не использовать, векторные величины — подчеркивать черным, буквы латинского рукописного шрифта следует отметить на полях (например, Н 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), I и штрих в индексах, I (латинское эль) и e. Прописные буквы подчеркивают карандашом двумя черточками снизу (C), а строчные — сверху (c).

Следует избегать знаков типа $\sim$ (волна), $\odot$, $\oplus$, $\otimes$, $\square$, $\perp$, $\diamond$, $\vee$, $\wedge$

(крышки) над и под буквами, а также знаков:

$$h, \mathbf{X}, \mathbb{E}, \oint, \oint, \oint, \mathbb{E}$$

Латинские названия вписываются на машинке.

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

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

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

13. Необходимо тщательно проверить написание местных географических названий.

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

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

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

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

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

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