

ISSN 0002—3078

АЗƏРБАЙҶАН ССР ЕЛМЛƏР АНАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУН АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXIX ЧИЛД

1983 . 9

11.45

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 ВИНТИ.

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.

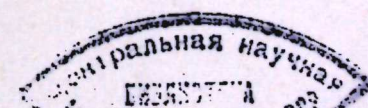
8. В «Докладах» публикуются статьи, занимающие не более $\frac{1}{4}$ авторского листа (6 страниц машинописи). В этот объем входят текст, таблицы, библиография (не больше 15 источников) и рисунки, число которых не должно превышать четырех, включая и обозначения «а», «б» и т. д. в том числе вклейки на 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)

МЭ'РУЗЭЛЭР ДОКЛАДЫ

ИЛД

ЫСТВО „ЭЛМ“



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).

УДК 517.946

МАТЕМАТИКА

В. Б. ШАХМУРОВ

ФРЕДГОЛЬМОВОСТЬ ОБЩИХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ
ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С НЕСАМОСОПРЯЖЕННЫМИ
ОПЕРАТОРНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

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

Краевые задачи для эллиптических дифференциально-операторных уравнений изучены в работах А. А. Дезина [1], С. Я. Якубова [2], Г. И. Лаптева [3], В. А. Треногина [4], В. П. Аносова, П. Е. Соболевского [5], В. Б. Шахмурова [6], [7], [8], [9].

Здесь изучаются общие краевые задачи для эллиптических дифференциально-операторных уравнений в частных производных в пространстве $L_2(\Omega; H)$

$$Lu = \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x) \frac{\partial^2 u}{\partial x_i \partial x_j} + \sum_{i=1}^n A_i(x) \frac{\partial u}{\partial x_i} + A_0(x)u - A(x)u = f \quad (1)$$

$$L_1 u = \left[\alpha(x) \frac{\partial u}{\partial l} + \beta(x)u \right]_\Gamma = \varphi, \quad (2)$$

где $u(x)$, искомая f , φ -заданная функция, определенные в открытой области Ω , n -мерного пространства R^n с достаточно гладкой границей Γ принимают значения из некоторого гильбертова пространства H . Предполагается, что функции $a_{ij}(x)$, $i, j = \overline{1, n}$ вещественные, $a_{ij}(x) \in C(\overline{\Omega})$, $a_{ij}(x) = a_{ji}(x)$ и для любых вещественных $x \in \overline{\Omega}$ и $\xi = (\xi_1, \dots, \xi_n) \in R^n$, $\xi \neq 0$ справедлива оценка

$$\sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x) \xi_i \xi_j \geq \mu \sum_{i=1}^n \xi_i^2, \quad \mu > 0.$$

$A(x)$, $A_0(x)$, $A_i(x)$, $i = \overline{1, n}$ при каждом $x \in \overline{\Omega}$, — вообще говоря, неограниченные операторы в H , l — некасательное направление.

Определение 1. Оператор $A(x)$ называется позитивным равномерным по $x \in \Omega$ в банаховом пространстве E , если

1) область, определенная $D(A(x))$, не зависит от $x \in \Omega$, $D(A(x))$ всюду плотен в E ;

2) $\|(A(x) + S)^{-1}\| \leq M(1 + S)^{-1}$, $S \geq 0$, где M не зависит от $x \in \Omega$.

Известно, что существуют дробные степени A .

Определение 2. $E(A^0) = \{u : u \in D(A^0), \|u\|_{E(A^0)}^2 = \|A^0 u\|_E^2 + \|u\|_E^2 < \infty\}$.

Определение 3. Обозначим через $L_p(\Omega; E)$ пространство функций f со значениями из E и таких, что

$$\|f\|_{L_p(\Omega; E)}^p = \int_{\Omega} \|f(x)\|_E^p dx < \infty, \quad 1 \leq p < \infty \}.$$

Пусть F непрерывна и плотно вложена в E .
Определение 4.

$$W_p^1(\Omega; F, E) = \{u: u \in L_p(\Omega; F), \\ D^\alpha u \in L_p(\Omega; E), \quad \alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n), \quad D^\alpha = \frac{D^{|\alpha|}}{\partial x_1^{\alpha_1} \dots \partial x_n^{\alpha_n}}\}$$

$$|\alpha| = \sum_{j=1}^n \alpha_j, \quad |\alpha| = l, \quad \|u\|_{W_p^1(\Omega; F, E)}^p = \|u\|_{L_p(\Omega; F)}^p + \\ + \sum_{|\alpha|=1} \|D^\alpha u\|_{L_p(\Omega; E)}^p < \infty, \quad 1 \leq p < \infty \}$$

Определение 5.

$$[E(A^m); E]_\theta = \left\{ u: u \in E, \int_0^\infty \|A^{m(1-\theta)+\frac{1}{2}} e^{-\lambda t}\|_E^2 dt < \infty, 0 < \theta < 1 \right\} \text{ (см. [10])}.$$

Пусть A — положительный оператор в H . Тогда в смысле определения 5 можно определить интерполяционное пространство $[W_2^k(\Omega; H(A^m), H), L_2(\Omega; H)]_\theta$, $0 < \theta < 1$ между пространствами $W_2^k(\Omega; H(A^m), H)$ и $L_2(\Omega; H)$.

Лемма 1. Пусть A — положительный оператор в H и пусть

$$\kappa_1(1 - \theta_1) = \kappa_2(1 - \theta_2), \quad m_1(1 - \theta_1) = m_2(1 - \theta_2),$$

тогда

$$[W_2^k(\Omega; H(A^{m_1}), H), L_2(\Omega; H)]_{\theta_1} = [W_2^k(\Omega; H(A^{m_2}), H), L_2(\Omega; H)]_{\theta_2}.$$

Доказательство. Так как

$$W_2^k(\Omega; H(A^{m_1}), H) = W_2^k(\Omega; H) \cap L_2(\Omega; H(A^{m_1})),$$

то в силу [10] получаем

$$[W_2^k(\Omega; H(A^{m_1}), H), L_2(\Omega; H)]_{\theta_1} = \\ = [W_2^k(\Omega; H), L_2(\Omega; H)]_{\theta_1} \cap [L_2(\Omega; H(A^{m_1}), L_2(\Omega; H)]_{\theta_1}.$$

Отсюда, используя свойства интерполяционного пространства, положительного оператора A и тензорные произведения, получаем утверждение леммы.

Рассмотрим пространства $W_2^k(\Gamma; H(A^m), H)$, $L_2(\Gamma; H)$ и интерполяционное пространство $[W_2^k(\Gamma; H(A^m), H), L_2(\Gamma; H)]_\theta$, $0 < \theta < 1$ между ними, определенное в [9].

Теорема 1. Пусть выполнены следующие условия:

1) $A(x)$ — положительный в H равномерно по $x \in \bar{\Omega}$

$$\beta(x) \in C'(\Gamma), \quad \alpha(x) \in C(\Gamma), \quad \alpha(x) \neq 0, \quad a_{ij}(x) \in C(\bar{\Omega});$$

2) $A_1(x) A^{-\left(\frac{1}{2}-\mu\right)} \in L_\infty(\Omega; B(H))$, $A_0(x) A^{-\left(1-\mu\right)} \in L_\infty(\Omega; B(H))$, $\exists \mu > 0$;

3) $A(x) A^{-1}(0) \in C(\bar{\Omega}; B(H))$.

Тогда при достаточно больших $S > 0$ и любом $u \in W_2^1(\Omega; H(A), H)$ имеет место оценка

$$\|u\|_{W_2^1(\Omega; H(A), H)} \leq C \| (L - S) u \|_{L_2(\Omega; H)} + \\ + \|L_1 u\|_{[W_2^1(\Gamma; H(A), H), L_2(\Gamma; H)]_{\frac{3}{4}}}. \quad (3)$$

В доказательстве теоремы 1 используются факты из теорий интерполяций функциональных пространств, теорий полугрупп операторов, разбиение единицы, теоремы о следах в указанных пространствах и, наконец, из леммы 1.

Теперь рассмотрим задачу

$$Lu = \sum_{i,j=1}^n a_{ij}(x) \frac{\partial^2 u}{\partial x_i \partial x_j} + \sum_{i=1}^n A_i(x) \frac{\partial u}{\partial x_i} + A_0(x) u - A(x) u = f \quad (4)$$

$$L_1 u = \left[\alpha(x) \frac{\partial u}{\partial \nu} + \beta(x) u \right]_{\Gamma} = 0. \quad (5)$$

Теорема 2. Пусть выполнены условия теоремы 1 и $A^{-1} \in G_{\infty}(H)$. Тогда задача (4) — (5) является фредгольмовой в $L_2(\Omega; H)$.

Доказательство. Из теоремы 1 следует, что при $u \in W_2^1(\Omega; H(A)H)$, $L_1 u = 0$ имеет место оценка

$$\|u\|_{W_2^1(\Omega; H(A), H)} \leq C \| (L - S) u \|_{L_2(\Omega; H)} \quad (6)$$

При достаточно больших $S > 0$. Далее, используя оценку (6), свойства положительных операторов, разбиение единицы, теорию полугрупп операторов, доказываем, что оператор $u \rightarrow G_S u$, определенный равенствами

$$D(G_S) = W_2^1(\Omega; H(A), H, L_1) = \{u: u \in W_2^1(\Omega; H(A), H), L_1 u = 0\}, \\ G_S u = (L - S) u$$

При достаточно больших $S > 0$, имеет ограниченный обратный оператор, определенный на всем пространстве $L_2(\Omega; H)$. Отсюда следует, что задача

$$(L - S) u = f, \quad L_1 u = 0 \quad (7)$$

фредгольмова в $L_2(\Omega; H)$.

Далее, так как $A^{-1} \in G_{\infty}(H)$, вложение $H(A) \subset GH$ компактно.

A в силу (6) вложение $W_2^1(\Omega; H(A), H) \subset GL_2(\Omega; H)$ также компактно.

Так как $Lu = (L - S)u + Su$ и оператор $u \rightarrow Su$, $\bar{S}$ компактный из $W_2^1(\Omega; H(A), H)$ в $L_2(\Omega; H)$, то в силу [12], индекс задач (4) — (5) совпадает с индексом задачи (7), т. е. задача (4) — (5) фредгольмова в $L_2(\Omega; H)$.

Автор считает своим долгом выразить глубокую благодарность проф. С. Я. Якубову за обсуждение полученных результатов.

Литература

- Дезин А. А. «Изв. АН СССР, сер. матем.», т. 31, № 1, 61—86, 1967.
- Якубов С. Я. «Изв. АН Азерб. ССР, сер. матем.», № 2, 37—42, 1973.
- Лаптев Г. И. Литовский матем. сб. XIII, № 1, 87—99, 1968.
- Треногин В. А. «ДАН СССР», 170, 5, 1028—1031, 1966.
- Аносов В. П., Соболевский П. Е. «Диф. ур.», № 12, 2191—2199, 6.
- Шахмуров В. Б. «ДАН СССР», т. 241, № 6, 1285—1288, 1978.
- Шахмуров В. Б. Матем. школы по теории операторов в функциональных пространствах. Минск, 1978.
- Шахмуров В. Б. Матер. I Респ. науч. конф. аспирантов вузов Азерб.

байджана. Баку, 1978. 9. Шахмуров В. Б. Депон. ВИНТИ, № 1905—79. 10. Трибель Х. Дифференциальные операторы. М., 1980. 11. Лионс Ж. Л., Маджепес Э. Неоднородные граничные задачи и их приложения. М., 1971. 12. Като Т. Теория возмущений линейных операторов. М., 1972.

АПИ им. В. И. Ленина

В. Б. Шахмуров

Поступило 27.V 1982

ӨЗ-ӨЗҮНЭ ГОШМА ОЛМАЖАН ОПЕРАТОР ЭМСАЛЛЫ ХҮСУСИ ТӨРӨМӨЛН ЕЛЛИПТИК ТИПЛИ ТЭНЛИКЛЭР ҮЧҮН ГОЈУЛМУШ ҮМУМИ СЭРХЭД МЭСЭЛЭСИННИН ФРЕДГОЛМЛУҒУ

Мәгәләдә бир синиф хусуси төрәмәли еллиптик типли дифференциал-оператор тәнлији үчүн гојулмуш үмуми сәрхәд мәсәләсинин коерсетив вардығы вә фредголмлуғу исбат едилір.

V. B. Shahmurov

FREDHOLM PROPERTIES OF COMMON BOUNDARY PROBLEMS FOR ELLIPTIC EQUATIONS WITH NON SELF-ADJOINT OPERATOR COEFFICIENTS

In this paper coercive solvability and Fredholm properties boundary problems for one class of differential-operator equations in partial derivations of elliptic type are considered.

АЗЕРБАЙҖАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXIX ЧИЛД

№ 9

1983

МАТЕМАТИКА

УДК. 517.95

М. Г. ГАСАНОВ

НАЧАЛЬНО-КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ НЕКОТОРОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ПАРАБОЛИКО-ГИПЕРБОЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ

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

Настоящая заметка посвящена доказательству однозначной разрешимости начально-краевой задачи и для одной нелинейной параболично-гиперболической системы. Исследованию нелинейных параболично-гиперболических систем посвящены работы [1—4]. Нами доказана однозначная разрешимость „в целом“ слабого решения задачи (1)—(4). Приводится также один результат о гладкости решения.

Пусть Ω — ограниченная область из E^3 с достаточно гладкой границей $\partial\Omega$. В цилиндре $Q_T = \Omega \times [0, T]$ рассмотрим задачу:

$$u_{tt} - \Delta u + uv^2 = 0, \quad (x, t) \in Q_T, \quad (1)$$

$$v_t - \Delta v + vu^2 = 0, \quad (x, t) \in Q_T, \quad (2)$$

$$u(x, 0) = u_0(x), \quad u_t(x, 0) = u_1(x), \quad v(x, 0) = v_0(x), \quad x \in \Omega \quad (3)$$

$$u(x, t)|_{\partial\Omega} = v(x, t)|_{\partial\Omega} = 0, \quad t \in (0, T) \quad (4)$$

Прежде чем приступить к изложению основного содержания работы, приведем перечень обозначений, вспомогательных фактов и введем определения двух типов решений задачи (1)—(4).

Пусть $L^p(\Omega)$ — пространство Лебега вещественно-значных функций $u(x)$ с нормой:

$$\|u\|_p = \left(\int_{\Omega} |u(x)|^p dx \right)^{1/p} < +\infty, \quad (1 \leq p < +\infty).$$

В частности, $L^2(\Omega)$ — гильбертово пространство со скалярным произведением и нормой

$$(u, v) = \int_{\Omega} u(x) v(x) dx, \quad \|u\|_2 = \|u\| = (u, u)^{1/2}.$$

$H^m(\Omega)$ ($m \geq 1$) — вещественное пространство Соболева со скалярным произведением и нормой

$$(u, v)_m = \sum_{|j| \leq m} \Omega D^j u(x) \cdot D^j v(x) dx, \quad \|u\|_m = (u, u)_m^{1/2},$$

$$j = (j_1, j_2, j_3), \quad D^j = \left(\frac{\partial}{\partial x_1} \right)^{j_1} \left(\frac{\partial}{\partial x_2} \right)^{j_2} \left(\frac{\partial}{\partial x_3} \right)^{j_3}, \quad |j| = j_1 + j_2 + j_3.$$

$H_0^m(\Omega)$ — пополнение $C_0^\infty(\Omega)$ в сильной топологии $H^m(\Omega)$.
 $H^{-m}(\Omega)$ — дуальное пространство пространства $H_0^m(\Omega)$. Нормы в $H^{-m}(\Omega)$ определяется так:

$$\|u\|_{-m} = \sup(|u, v| : v \in H_0^m(\Omega), \|v\| \leq 1).$$

Так как норма $\|\cdot\|_1$ эквивалентна норме $\|\nabla \cdot\|$, то мы будем пользоваться (∇, ∇) в качестве скалярного произведения в $H_0^1(\Omega)$ и обозначать его так $((\cdot, \cdot))$.

Через $L^p(0, T; X)$ будем обозначать пространство сильно суммируемых функций u на $(0, T)$ со значениями в X таких, что

$$\|u\|_{L^p(0, T; X)} = \left(\int_0^T \|u(t)\|^p dt \right)^{1/p} < +\infty. \quad (5)$$

Если $p = \infty$, то норма (5) заменяется нормой

$$\|u\|_{L^\infty(0, T; X)} = \operatorname{ess\,sup}_{t \in [0, T]} \|u\|_X < +\infty$$

$C^k(0, T; X)$ — пространство функций на $[0, T]$ со значениями в X , имеющих на $[0, T]$ все производные до порядка k включительно.

Лемма 1 [5]. Пусть $f(x) \in H_0^2(\Omega)$, тогда выполняется неравенство $\|f\|_0 \leq (48)^{1/6} \|\nabla f\|$.

Лемма 2. [7]. Пусть X, Y, Z — три гильбертовых пространства, таких, что $X \subset Y \subset Z$, причем X плотно в Y и в Z и естественные вложения X в Y и Y в Z непрерывны и относительно компакты. Тогда множество $W = \{v : v \in L^p(0, T; X), dv/dt \in L^p(0, T; Z)\}$ ($1 < p, q < \infty$) компактно в $L^p(0, T; Y)$.

Определение 1. Пару функций $[u, v]$ будем называть слабым решением задачи (1)–(4) в Q_T , если

$$1^\circ u, v \in L^\infty(0, T; H_0^1(\Omega)), u_t \in L^\infty(0, T; L^2(\Omega));$$

$$2^\circ \int_0^T [-(u_t(t), \varphi_t(t)) + ((u(t), \varphi(t))) + (u(t)v^2(t), \varphi(t))] dt = (u_t(0), \varphi(0))$$

для любой функции $\varphi \in C^1(0, T; L^2(\Omega)) \cap C^0(0, T; H_0^1(\Omega))$ такой, что $\varphi(T) = 0$

$$3^\circ \int_0^T [-(v(t), \psi_t(t)) + ((v(t), \psi(t))) + (v(t)u^2(t), \psi(t))] dt = (v(0), \psi(0)).$$

для любой функции $\psi \in C^1(0, T; L^2(\Omega)) \cap C^0(0, T; H_0^1(\Omega))$ такой, что $\psi(T) = 0$.

Определение 2. Пару функций $[u, v]$ будем называть сильным решением задачи (1)–(4), если

$$1^\circ u \in L^\infty(0, T; H_0^1(\Omega) \cap H^2(\Omega)), u_t \in L^\infty(0, T; H_0^1(\Omega)),$$

$$v \in L^\infty(0, T; H_0^1(\Omega) \cap H^2(\Omega)), v_t \in L^\infty(0, T; H_0^1(\Omega)) \text{ и}$$

$$u_{tt} \in L^\infty(0, T; L^2(\Omega));$$

$$2^\circ \int_0^T (u_{tt}(t) - \Delta u(t) + u(t)v^2(t), \varphi(t)) dt = 0$$

для любой функции $\varphi \in C^0(0, T; L^2(\Omega))$;

$$3^\circ \int_0^T (v_t(t) - \Delta v(t) + u^2(t)v(t), \psi(t)) dt = 0$$

для любой функции $\psi \in C^0(0, T; L^2(\Omega))$.

Теоремы существования и единственности

Докажем сперва теорему существования слабого решения задачи (1)–(4).

Теорема 1. Предположим, что $u_0, v_0 \in H_0^1(\Omega)$, а $u_1 \in L^2(\Omega)$, тогда существует единственное слабое решение задачи (1)–(4).

Доказательство. Пусть $\{W_j\}$ ($j = 1, 2, \dots$) — система собственных функций оператора $-\Delta$ на Ω с однородным условием Дирихле. Система $\{W_j\}$ образует базис в $L^2(\Omega)$ и для каждого j $W_j \in H_0^1(\Omega) \cap H^n$

(Ω) ($n = 1, 2, 3, \dots$). Пусть $u^m(t, x) = \sum_{i=1}^m \alpha_{im}(t) W_i$ и $v^m(t, x) = \sum_{i=1}^m \beta_{im}$

(t) W_i являются решениями системы обыкновенных дифференциальных уравнений

$$d^2/dt^2 (u^m(t), W_j) - (\Delta u^m(t), W_j) + (u^m(t)(v^m(t))^2, W_j) = 0, j = \overline{1, m} \quad (6)$$

$$d/dt (v^m(t), W_j) - (\Delta v^m(t), W_j) + (v^m(t)(u^m(t))^2, W_j) = 0, j = \overline{1, m}, \quad (7)$$

удовлетворяющих начальным условиям:

$$u^m(x, 0) = u_0^m(x), u_t^m(x, 0) = u_1^m(x), v^m(x, 0) = v_0^m(x) \quad (8)$$

причем $u_0^m(x) \rightarrow u_0(x)$ и $v_0^m(x) \rightarrow v_0(x)$ в сильной топологии $H_0^1(\Omega)$, $u_1^m(x) \rightarrow u_1(x)$ в сильной топологии $L^2(\Omega)$.

Из теории обыкновенных дифференциальных уравнений следует, что задача (6), (7), (8) имеет единственное решение $[u^m, v^m]$ ($m = 1, 2, \dots$) в малом по времени. Если умножить (6) и (7) соответственно на $\alpha_{jm}(t)$ и $\beta_{jm}(t)$, а затем просуммировать по j от 1 до m , то получим

$$(u_{tt}^m(t), u_t^m(t)) - (\Delta u^m(t), u_t^m(t)) + (u^m(t)(v^m(t))^2, u_t^m(t)) = 0, \quad (10)$$

$$(v_t^m(t), v_t^m(t)) - (\Delta v^m(t), v_t^m(t)) + (v^m(t)(u^m(t))^2, v_t^m(t)) = 0. \quad (11)$$

Из (10) и (11) получим

$$d/dt (\|u_t(t)\|^2 + \|\nabla u^m(t)\|^2 + \|\nabla v^m(t)\|^2 + \|u^m(t)v^m(t)\|^2 + 2\|v_t^m\|^2) = 0.$$

Из последнего соотношения следует, что

$$\|u_t(t)\|^2 + \|\nabla u^m(t)\|^2 + \|\nabla v^m(t)\|^2 + \|u^m(t)v^m(t)\|^2 + 2 \int_0^t \|v_t^m(\tau)\|^2 d\tau = \|u_t^m\|^2 + \|\nabla u_0^m\|^2 + \|\nabla v_0^m\|^2 + \|u_0^m v_0^m\|^2.$$

Так как в силу (8) и (9)

$$\|u_0^m\|^2, \|u_1\|^2 \|\nabla u_0^m\|^2, \|\nabla v_0^m\|^2 \leq C_1, \text{ то имеем}$$

$$\|u_t^m(t)\|^2 + \|\nabla u^m(t)\|^2 + \|\nabla v^m(t)\|^2 + \|u^m(t)v^m(t)\|^2 + 2 \int_0^t \|v_t^m(\tau)\|^2 d\tau \leq C_1. \quad (12)$$

Из оценки (12) в свою очередь следует, что из последовательности $\{[u^m, v^m]\}$ можно выбрать подпоследовательность $\{[u^\mu, v^\mu]\}$ такую, что

$$u^\mu \rightarrow u \quad \text{в } L^\infty(0, T; H_0^1(\Omega)) \quad \star - \text{слабо:} \quad (13)$$

$$v^\mu \rightarrow v \quad \text{в } L^\infty(0, T; H_0^1(\Omega)) \quad \star - \text{слабо:} \quad (14)$$

$$u_t^\mu \rightarrow u_t \quad \text{в } L^\infty(0, T; L^2(\Omega)) \quad \star - \text{слабо:} \quad (15)$$

$$v_t^\mu (v^\mu)^2 \rightarrow x \quad \text{в } L^\infty(0, T; L^2(\Omega)) \quad \star - \text{слабо:} \quad (16)$$

$$v^\mu (u^\mu)^2 \rightarrow \psi \quad \text{в } L^\infty(0, T; L^2(\Omega)) \quad \star - \text{слабо:} \quad (16)$$

А теперь предположим, что P_m — проектор из $L^2(\Omega)$ на подпространство, натянутое на вектора $[W_1, W_2, \dots, W_m]$. Из (10) и (11) имеем

$$u_{tt}^m = P_m \Delta u^m - P_m u^m (v^m)^2, \quad v_t = P_m \Delta v^m - P_m v^m (u^m)^2, \\ \|u_{tt}^m\|_{-1} \leq \|u^m(t)\|_1 + \|v^m(t)\|^2, \quad \|v_t^m\|_{-1} \leq \|v^m(t)\|_1 + \|v^m(t)(u^m)^2\|. \quad (17)$$

Пользуясь (12), неравенством Гельдера и леммой 1, можно доказать, что $\|u^m(t)(v^m)^2\| \leq C_2$, $\|v^m(t)(u^m)^2\| \leq C_3$, где $C_2 > 0$ и $C_3 > 0$ не зависят от m . Таким образом, из (17) следует, что

$$\|u_{tt}^m\|_{-1} \leq C_5, \quad \|v_t^m(t)\|_{-1} \leq C_6.$$

Пользуясь леммой 2 с $X = H_0^1(\Omega)$, $Y = L^2(\Omega)$, $Z = H^{-1}(\Omega)$ и $p = q = 2$, мы можем подобрать подпоследовательность $\{[u^\mu, v^\mu]\}$ из $\{[u^m, v^m]\}$ такую, что

$$u^\mu \rightarrow u \quad \text{в } L^2(\Omega) \text{ сильно и почти всюду в } Q_T, \quad (18)$$

$$v^\mu \rightarrow v \quad \text{в } L^2(\Omega) \text{ сильно и почти всюду в } Q_T, \quad (19)$$

Покажем, что $x = uv^2$ а $\psi = vu^2$

Из (13), (14), (18), (19) следует, что

$$u^\mu (v^\mu)^2 \rightarrow uv^2 \text{ слабо в } L^2(0, T; L^1(\Omega)),$$

$$v^\mu (u^\mu)^2 \rightarrow vu^2 \text{ слабо в } L^2(0, T; L^1(\Omega)).$$

С другой стороны, из неравенства $\|u^m(t)(v^m)^2\| \leq C_2$, $\|v^m(t)(u^m)^2\| \leq C_3$ следует, что $uv^2 \in L^\infty(0, T; L^2(\Omega))$ и $vu^2 \in L^\infty(0, T; L^2(\Omega))$.

Пусть $c(t)$ и $r(t)$ — непрерывно дифференцируемые функции такие, что $c(T) = r(T) = 0$.

Умножив (6) на $c(t)$, (7) на $r(t)$ и интегрируя по частям, получим:

$$\int_0^T [((u^m(t), c(t) W_1)) - (u_t^m(t), c'(t) W_1)) + \\ + (u^m(t)(v^m(t))^2, c(t) W_1)] dt = (u_t^m(0), c(0) W_1), \\ \int_0^T [-(v^m(t), r'(t) W_1) + ((v^m(t), r(t) W_1)) +$$

$$+ (v^m(t)(u^m(t))^2, r(t) W_1)] dt = (v^m(0), r(0) W_1).$$

Отсюда, устремив m к ∞ , получим

$$\int_0^T [((u(t), c(t) W_1)) - (u_t(t), c'(t) W_1) + (u(t)v^2(t), c(t) W_1)] dt = \\ = (u_t, c(0) W_1),$$

$$\int_0^T [-(v(t), r'(t) W_1) + ((v(t), r(t) W_1)) + (v(t)u^2(t),$$

$$r(t) W_1)] dt = (v_t, r(0) W_1).$$

Эти тождества выполняются не только для всех функций, являющихся конечными линейными комбинациями $c(t) W_1$ и $r(t) W_1$, но также для всех функций

$\varphi \in C^1(0, T; L^2(\Omega)) \cap C^0(0, T; H_0^1(\Omega))$ таких, что $\varphi(T) = 0$,

и $\psi \in C^1(0, T; L^2(\Omega)) \cap C^0(0, T; H_0^1(\Omega))$ таких, что $\psi(T) = 0$.

А теперь докажем, что слабое решение $[u, v]$ задачи (1)–(4), существование которого мы доказали, единственно. Предполагая существование двух различных решений $[u, v]$, $[\tilde{u}, \tilde{v}]$ относительно пары $[z, \omega]$, где $z = u - \tilde{u}$, $\omega = v - \tilde{v}$, получим следующую задачу:

$$z_{tt} - \Delta z + v^2 z + \tilde{u}(v + \tilde{v})\omega = 0, \quad x \in \Omega, \quad t \in (0, T) \quad (20)$$

$$\omega_t - \Delta \omega + u^2 \omega + \tilde{u}(u + \tilde{u})z = 0, \quad x \in \Omega, \quad t \in (0, T) \quad (21)$$

$$z(x, 0) = 0, \quad z_t(x, 0) = 0, \quad \omega(x, 0) = 0, \quad x \in \Omega \quad (22)$$

$$z(x, t)|_{\partial\Omega} = \omega(x, t)|_{\partial\Omega} = 0, \quad t \in (0, T) \quad (23)$$

Докажем, что задача (20)–(23) имеет только тривиальное решение. Для этого формально умножим (20) на z_t (21) на ω_t , проинтегрируем по области Ω и полученные соотношения сложим. В результате получим

$$\frac{1}{2} \frac{d}{dt} (\|z_t\|^2 + \|\nabla z\|^2 + \|\nabla \omega\|^2 + \|\omega_t\|^2) = - \\ - \int_\Omega v^2 z z_t dx - \int_\Omega \tilde{u} v \omega z_t dx - \int_\Omega \tilde{u} \tilde{v} \omega z_t dx - \int_\Omega u^2 \omega \omega_t dx - \\ - \int_\Omega \tilde{v} u z \omega_t dx - \int_\Omega \tilde{v} \tilde{u} z \omega_t dx. \quad (24)$$

Пользуясь неравенством Гельдера и леммой 1, оценим правую часть (24), в результате чего получим неравенство

$$\frac{d}{dt} (\|z_t\|^2 + \|\nabla z\|^2 + \|\nabla \omega\|^2) \leq C (\|z_t\|^2 + \|\nabla z\|^2 + \|\nabla \omega\|^2), \quad (25)$$

где C — некоторая абсолютная константа. Из (25) и (22) следует, что $z \equiv 0$, $\omega \equiv 0$, т. е. $u = \tilde{u}$, $v = \tilde{v}$. Обоснование сделанного выше заключения делается согласно стандартной процедуре (см. [6]).

Нами доказана также следующая

Теорема 2. Пусть $u_0, v_0 \in H_0^1(\Omega) \cap H^2(\Omega)$ а $u_1 \in H_0^1(\Omega)$, тогда существует единственное сильное решение задачи (1)–(4).

Автор выражает глубокую признательность В. К. Калантарову за постановку задачи и постоянный интерес и внимание к работе.

Литература

1. Калантаров В. К. ДАН Азерб. ССР, 30, № 3, 1974. 2. Ebiha Y. Math. Repts Coll. Gen. Educ. Kyushu Univ., 10, № 2, 1976, 91—97. 3. Халифа М. Э. Автореф. канд. дисс. Баку, 1980. 4. Гаджиев М. М. Институт математики. Сибирское отделение АН СССР. Препринт. Новосибирск, 1977. 5. Ладыженская О. А. Математические вопросы динамики и вязкой несжимаемой жидкости. Наука, М., 1970. 6. Лионс Ж.—Л. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач. М., Мир, 1972. 7. Strauss W. A. Pacif. J. Math., 19, № 3, 1966, 543—551.

АЗИНЕФ ТЕХИМ

Поступило 14. VII 1981

М. Н. Хасанов

БЭЗИ ГЕЈРИ-ХЭТТИ ПАРАБОЛО-ГИПЕРБОЛИК СИСТЕМ ТЭНЛИК ҮЧҮН БАШЛАНҒЫЧ-СЭРҲЭД МЭСЭЛЭСИ

$\Omega \in E^3$ —кифәт гәдәр һамар сәрһәдләр мәнһуд област олмагла, $Q_T = \Omega \times [0, T]$ цилиндриңдә

$$u_{tt} - \Delta u + uv^2 = 0, (x, t) \in Q_T, \quad (1)$$

$$v_t - \Delta v + vu^2 = 0, (x, t) \in Q_T, \quad (2)$$

$$u(x, 0) = u_0(x), u_t(x, 0) = u_1(x), v(x, 0) = v_0(x), x \in \Omega, \quad (3)$$

$$u(x, t)|_{\partial\Omega} = v(x, t)|_{\partial\Omega} = 0, t \in (0, T), \quad (4)$$

мәсәләсинә бахылып, (1)—(4) мәсәләсининг эңгә һәллиниң варлығы вә јекәнәлији исбат олунур. Һәллиниң варлығы һағғында да бир нәтичә гејд олунур.

М. Н. Hasanov

INITIAL BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR SOME NONLINEAR PARABOLIC-HYPERBOLIC SYSTEM EQUATIONS

In this article single valued solvability of the weak solution for the initial boundary value problem of the nonlinear parabolic-hyperbolic system equations is proved.

УДК 517.96

МАТЕМАТИКА

Г. М. Гусейнов

СМЕШАННАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ, ВЫРОЖДАЮЩЕГОСЯ В ПАРАБОЛИЧЕСКОЕ

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

Построение асимптотики по малому параметру решения краевой задачи для дифференциальных уравнений с частными производными, содержащими малый параметр при старших производных, посвящено много работ. Подробный обзор этих работ приведен в статьях [1]—[2].

В литературе хорошо изучены краевые задачи для эллиптических уравнений, вырождающихся в эллиптические.

Задача Коши и смешанные задачи для параболических уравнений, за исключением первого порядка относительно переменного t , никем не исследованы.

В настоящей работе строится полная асимптотика по малому параметру решения смешанной задачи для одного параболического уравнения второго порядка по t , вырождающегося в параболическое уравнение первого порядка по t .

Пусть $\Omega = \{(t, x) / 0 < t < +\infty, 0 < x \leq 1\}$.

В Ω рассматривается следующая задача:

$$L_\varepsilon u = \varepsilon \left(\frac{\partial}{\partial t} - b^2 \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) \left(\frac{\partial u}{\partial t} - a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right) + \alpha \left(\frac{\partial u}{\partial t} - c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right) = f, \quad (1)$$

$$u|_{t=0} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial t}|_{t=0} = 0, \quad (2)$$

$$u|_{x=0, x=1} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial x}|_{x=0, x=1} = 0, \quad (3)$$

где $\varepsilon > 0$ —малый параметр; a, b, c, α суть постоянные, $f(t, x)$ —заданная гладкая функция.

В дальнейшем нам понадобятся другие расщепления оператора вблизи границ $t=0$, $x=0$ и $x=1$. Напишем эти расщепления.

Введем локальные координаты вблизи границ $t=0$ следующим образом: $t = \varepsilon \tau$, $x = x$.

В новых координатах оператор L_ε имеет следующую запись:

$$L_\varepsilon^0 = \varepsilon^{-1} \left\{ \left(\frac{\partial^2}{\partial \tau^2} + \alpha \frac{\partial}{\partial \tau} \right) - \varepsilon \left[(a^2 + b^2) \frac{\partial^3}{\partial \tau \partial x^2} + \alpha c^2 \frac{\partial^2}{\partial x^3} \right] + \right. \\ \left. + \varepsilon^2 a^2 b^2 \frac{\partial^4}{\partial x^4} \right\}. \quad (4)$$

Аналогично вводя локальные координаты вблизи границ $x=0$

$$\text{и } x=1, \quad x=\varepsilon^{\frac{1}{2}}\xi, \quad t=t, \quad x-1=\varepsilon^{\frac{1}{2}}\eta, \quad t=t$$

соответственно, получим

$$L_2^{0,0} \equiv \varepsilon^{-1} \left\{ a^2 b^2 \frac{\partial^4}{\partial \xi^4} - \alpha c^2 \frac{\partial^2}{\partial \xi^2} \right\} - \varepsilon \left[(a^2 + b^2) \frac{\partial^3}{\partial t \partial \xi^3} - \alpha \frac{\partial}{\partial t} \right] + \varepsilon^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} \quad (5)$$

$$L_1^{0,1} \equiv -\varepsilon^{-1} \left\{ a^2 b^2 \frac{\partial^4}{\partial \eta^4} - \alpha c^2 \frac{\partial^2}{\partial \eta^2} \right\} - \varepsilon \left[(a^2 + b^2) \frac{\partial^3}{\partial t \partial \eta^3} - \alpha \frac{\partial}{\partial t} \right] + \varepsilon^2 \frac{\partial^2}{\partial t^2} \quad (6)$$

Асимптотическое представление решения задачи (1)–(2)–(3) будем искать в виде

$$u \equiv \sum_{i=0}^n \varepsilon^i w_i + \sum_{j=0}^n \varepsilon^{1+j} v_j^0 + \sum_{k=0}^n \varepsilon^{1+k} v_k^{0,0} + \sum_{r=0}^n \varepsilon^{1+r} v_r^{0,1} + \varepsilon^{n+1} z, \quad (7)$$

где функция w_i определяется первым итерационным процессом v_j^0 , $v_k^{0,0}$ и $v_r^{0,1}$ суть функции типа пограничного слоя вблизи границ $t=0$, $x=0$ и $x=1$ соответственно и определяются вторым итерационным процессом, проведенным вблизи этих границ; а $\varepsilon^{n+1}z$ — остаточный член.

Расщеплению (1) оператора L соответствует итерационный процесс, если приближенное решение уравнения (1) будем искать в виде

$$w = w_0 + \varepsilon w_1 + \varepsilon^2 w_2 + \dots \quad (8)$$

Подставив вместо w его выражение (8) в (1) и в полученном выражением сравнивая члены при одинаковых степенях по ε , имеем

$$\alpha \left(\frac{\partial w_0}{\partial t} - c^2 \frac{\partial^2 w_0}{\partial x^2} \right) = f, \quad (9)$$

$$\alpha \left(\frac{\partial w_k}{\partial t} - c^2 \frac{\partial^2 w_k}{\partial x^2} \right) = - \left(\frac{\partial}{\partial t} - L^2 \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) \left(\frac{\partial w_{k-1}}{\partial t} - a^2 \frac{\partial^2 w_{k-1}}{\partial x^2} \right), \quad k=1, 2, \dots \quad (10)$$

Аналогично другим расщеплениям оператора L соответствует итерационный процесс, если приближенные решения уравнений

$$L_1^0 v^0 = 0, \quad L_1^{0,0} v^{0,0} = 0 \quad \text{и} \quad L_1^{0,1} v^{0,1} = 0$$

будем соответственно искать в виде

$$v^0 = \varepsilon (v_0^0 + \varepsilon v_1^0 + \varepsilon^2 v_2^0 + \dots),$$

$$v^{0,0} = \varepsilon (v_0^{0,0} + \varepsilon v_1^{0,0} + \varepsilon^2 v_2^{0,0} + \dots),$$

$$v^{0,1} = \varepsilon (v_0^{0,1} + \varepsilon v_1^{0,1} + \varepsilon^2 v_2^{0,1} + \dots).$$

Подставляя эти выражения для функций v^0 , $v^{0,0}$ и $v^{0,1}$ в уравнениях $L_1^0 v^0 = 0$, $L_1^{0,0} v^{0,0} = 0$ и $L_1^{0,1} v^{0,1} = 0$ соответственно и сравнивая члены при одинаковых степенях по ε , получим

$$\frac{\partial^2 v_0^0}{\partial \tau^2} + \alpha \frac{\partial v_0^0}{\partial \tau} = 0, \quad (11)$$

$$\frac{\partial^2 v_1^0}{\partial \tau^2} + \alpha \frac{\partial v_1^0}{\partial \tau} = (a^2 + b^2) \frac{\partial^3 v_0^0}{\partial \tau \partial x^3} + \alpha c^2 \frac{\partial^2 v_0^0}{\partial x^2}, \quad (12)$$

$$\frac{\partial^2 v_k^0}{\partial \tau^2} + \alpha \frac{\partial v_k^0}{\partial \tau} = (a^2 + b^2) \frac{\partial^3 v_{k-1}^0}{\partial \tau \partial x^3} + \alpha c^2 \frac{\partial^2 v_{k-1}^0}{\partial x^2} - a^2 b^2 \frac{\partial^4 v_{k-2}^0}{\partial x^4}, \quad k=2, 3, \dots \quad (13)$$

Также

$$a^2 b^2 \frac{\partial^4 v_0^{0,0}}{\partial \xi^4} - \alpha c^2 \frac{\partial^2 v_0^{0,0}}{\partial \xi^2} = 0, \quad (14)$$

$$a^2 b^2 \frac{\partial^4 v_1^{0,0}}{\partial \xi^4} - \alpha c^2 \frac{\partial^2 v_1^{0,0}}{\partial \xi^2} = (a^2 + b^2) \frac{\partial^3 v_0^{0,0}}{\partial t \partial \xi^3} - \alpha \frac{\partial v_0^{0,0}}{\partial t}, \quad (15)$$

$$a^2 b^2 \frac{\partial^4 v_k^{0,0}}{\partial \xi^4} - \alpha c^2 \frac{\partial^2 v_k^{0,0}}{\partial \xi^2} = (a^2 + b^2) \frac{\partial^3 v_{k-1}^{0,0}}{\partial t \partial \xi^3} - \alpha \frac{\partial v_{k-1}^{0,0}}{\partial t} - \frac{\partial^2 v_{k-2}^{0,0}}{\partial t^2}, \quad k=2, 3, \dots \quad (16)$$

Наконец,

$$a^2 b^2 \frac{\partial^4 v_0^{0,1}}{\partial \eta^4} - \alpha c^2 \frac{\partial^2 v_0^{0,1}}{\partial \eta^2} = 0, \quad (17)$$

$$a^2 b^2 \frac{\partial^4 v_1^{0,1}}{\partial \eta^4} - \alpha c^2 \frac{\partial^2 v_1^{0,1}}{\partial \eta^2} = (a^2 + b^2) \frac{\partial^3 v_0^{0,1}}{\partial t \partial \eta^3} - \alpha \frac{\partial v_0^{0,1}}{\partial \eta}, \quad (18)$$

$$a^2 b^2 \frac{\partial^4 v_k^{0,1}}{\partial \eta^4} - \alpha c^2 \frac{\partial^2 v_k^{0,1}}{\partial \eta^2} = (a^2 + b^2) \frac{\partial^3 v_{k-1}^{0,1}}{\partial t \partial \eta^3} - \alpha \frac{\partial v_{k-1}^{0,1}}{\partial t} - \frac{\partial^2 v_{k-2}^{0,1}}{\partial t^2}, \quad k=2, 3, \dots \quad (19)$$

Вышеописанные итерационные процессы связаны между собой граничными условиями. Для выявления этих связей потребуем, чтобы

$$[(w_0 + \varepsilon w_1 + \dots) + \varepsilon (v_0^0 + \varepsilon v_1^0 + \dots) - \varepsilon (v_0^{0,0} + \varepsilon v_1^{0,0} + \dots) + \varepsilon (v_0^{0,1} + \varepsilon v_1^{0,1} + \dots)]_{t=0} = 0,$$

$$\frac{\partial}{\partial t} [(w_0 + \varepsilon w_1 + \dots) + \varepsilon (v_0^0 + \varepsilon v_1^0 + \dots) + \varepsilon (v_0^{0,0} + \varepsilon v_1^{0,0} + \dots) + \varepsilon (v_0^{0,1} + \varepsilon v_1^{0,1} + \dots)]_{t=0} = 0,$$

$$[(w_0 + \varepsilon w_1 + \dots) + \varepsilon (v_0^0 + \varepsilon v_1^0 + \dots) + \varepsilon (v_0^{0,0} + \varepsilon v_1^{0,0} + \dots) + \varepsilon (v_0^{0,1} + \varepsilon v_1^{0,1} + \dots)]_{x=0, x=1} = 0,$$

$$\frac{\partial}{\partial x} [(w_0 + \varepsilon w_1 + \dots) + \varepsilon (v_0^0 + \varepsilon v_1^0 + \dots) + \varepsilon (v_0^{0,0} + \varepsilon v_1^{0,0} + \dots) + \varepsilon (v_0^{0,1} + \varepsilon v_1^{0,1} + \dots)]_{x=0, x=1} = 0.$$

Сравнивая члены при одинаковых степенях ε в последних равенствах, получим

$$w_0|_{t=0} = 0, \quad w_k|_{t=0} = -(v_{k-1}^0 + v_{k-1}^{0,0} + v_{k-1}^{0,1})|_{t=0}, \quad k=1, 2, \dots \quad (20)$$

$$\frac{\partial v_0^0}{\partial \tau}|_{t=0} = -\frac{\partial w_0}{\partial t}|_{t=0}, \quad \frac{\partial v_k^0}{\partial \tau}|_{t=0} = -\left(\frac{\partial v_k}{\partial \tau} + \frac{\partial v_{k-1}^{0,0}}{\partial t} + \frac{\partial v_{k-1}^{0,1}}{\partial t} + \frac{\partial v_{k-1}^{0,1}}{\partial t} \right)|_{t=0}, \quad k=1, 2, \dots \quad (21)$$

$$w_0|_{x=0, x=1} = 0, w_k|_{x=0, x=1} = -(v_{k-1}^0 + v_{k-1}^{0,0} + v_{k-1}^{0,1})|_{x=0, x=1} \quad (22)$$

$k = 1, 2, \dots$

$$\frac{\partial v_0^{0,0}}{\partial \xi}|_{\xi=0} = -\frac{\partial w_0}{\partial x}|_{x=0}, \frac{\partial v_k^{0,0}}{\partial \xi}|_{\xi=0} = -\left(\frac{\partial w_k}{\partial x} + \frac{\partial v_{k-1}^0}{\partial x} + \frac{\partial v_{k-1}^{0,1}}{\partial x}\right)|_{x=0} \quad (23)$$

$k = 1, 2, \dots$

$$\frac{\partial v_0^{0,1}}{\partial \eta}|_{\eta=0} = -\frac{\partial w_0}{\partial x}|_{x=1}, \frac{\partial v_k^{0,1}}{\partial \eta}|_{\eta=0} = -\left(\frac{\partial w_k}{\partial x} + \frac{\partial v_{k-1}^0}{\partial x} + \frac{\partial v_{k-1}^{0,1}}{\partial x}\right)|_{x=1} \quad (24)$$

$k = 1, 2, \dots$

Таким образом, мы определили задачи, решениями которых являются соответствующие члены разложения (7).

Определим w_0 . Она является решением следующей смешанной задачи:

$$\frac{\partial w_0}{\partial t} - c^2 \frac{\partial^2 w_0}{\partial x^2} = a_1 f(t, x), \quad \left(a_1 = \frac{1}{a}\right), \quad (25)$$

$$w_0|_{t=0} = 0, \quad (26)$$

$$w_0|_{x=0} = 0, \quad w_1|_{x=1} = 0 \quad (27)$$

Очевидно [4], если $f(t, x)$ — достаточно гладкая функция, то решение задачи (25)–(26)–(27) также будет гладкой функцией. Кроме того, если функция $f(t, x)$ в точках (0,0) и (1,0) удовлетворяет нулевым условиям согласования нужного порядка, то решение последней задачи также будет удовлетворять условиям согласования в этих точках нужного порядка.

Зная функцию w_0 , можно определить функцию v_0^0 .

Функция v_0^0 является функцией типа пограничного слоя вблизи границы $t=0$ следующей задачи:

$$\frac{\partial^2 v_0^0}{\partial \tau^2} + a \frac{\partial v_0^0}{\partial \tau} = 0, \quad (28)$$

$$\frac{\partial v_0^0}{\partial \tau}|_{\tau=0} = -\frac{\partial w_0}{\partial t}|_{t=0}. \quad (29)$$

Очевидно, решение типа пограничного слоя этой задачи имеет вид

$$v_0^0 = \frac{1}{a} \cdot \frac{\partial w(0, x)}{\partial t} \cdot e^{-a\tau}.$$

Отметим, что так как

$$w(0,0) = 0, \text{ то } \frac{\partial w(0,0)}{\partial t} = 0.$$

Теперь определим $v_0^{0,0}$.

Функция $v_0^{0,0}$ является решением типа пограничного слоя вблизи границы $x=0$ следующей задачи:

$$a^2 b^2 \frac{\partial^4 v_0^{0,0}}{\partial \xi^4} - a c^2 \frac{\partial^2 v_0^{0,0}}{\partial \xi^2} = 0, \quad (30)$$

$$\frac{\partial v_0^{0,0}}{\partial \xi}|_{\xi=0} = -\frac{\partial w_0}{\partial x}|_{x=0}. \quad (31)$$

Решением типа пограничного слоя вблизи границы $x=0$ последней задачи имеет вид:

$$v_0^{0,0} = \frac{ab}{\sqrt{ac}} \cdot \frac{\partial w_0(t, 0)}{\partial x} \cdot e^{-\frac{\sqrt{ac}}{ab} \xi}$$

Функцию $v_0^{0,0}$ и все последующие функции $v_k^{0,0}$ ($k=1, 2, \dots$) умножим на сглаживающие функции и полученные новые функции снова обозначим через $v_k^{0,0}$ ($k=0, 1, 2, \dots$).

Функция $v_0^{0,1}$ определяется как решение типа пограничного слоя вблизи границы $x=1$ следующей задачи

$$a^2 b^2 \frac{\partial^4 v_0^{0,1}}{\partial \eta^4} - a c^2 \frac{\partial^2 v_0^{0,1}}{\partial \eta^2} = 0,$$

$$\frac{\partial v_0^{0,1}}{\partial \eta}|_{\eta=0} = -\frac{\partial w_0}{\partial x}|_{x=1}.$$

Ясно видно, что решение типа пограничного слоя этой задачи имеет вид:

$$v_0^{0,1} = \frac{ab}{\sqrt{ac}} \cdot \frac{\partial w(t, 1)}{\partial x} \cdot e^{-\frac{\sqrt{ac}}{ab} \eta}.$$

Умножим все функции $v_k^{0,1}$ ($k=0, 1, 2, \dots$) на сглаживающие функции и полученные функции снова обозначим через $v_k^{0,1}$ ($k=0, 1, 2, \dots$). Продолжим процесс, определяющий все функции, входящие в разложение (7).

Отметим, что благодаря условиям согласования и умножения на сглаживающие функции $v_k^{0,0}$ и $v_k^{0,1}$ не мешают друг другу при $x=1$ и $x=0$ вплоть до границы $t=0$.

Теперь оценим остаточный член, входящий в разложение (7).

Очевидно,

$$\varepsilon^{n+1} z = u - \sum_{i=0}^n \varepsilon^i w_i - \sum_{j=0}^n \varepsilon^{1+j} v_j^0 - \sum_{k=0}^n \varepsilon^{1+k} v_k^{0,0} - \sum_{r=0}^n \varepsilon^{1+r} v_r^{0,1}. \quad (32)$$

Непосредственным вычислением можно убедиться, что $L_n z = h$,

где

$$\begin{aligned} h = & -\left(\frac{\partial}{\partial t} - b^2 \frac{\partial^2}{\partial x^2}\right) \left(\frac{\partial w_n}{\partial t} - a^2 \frac{\partial^2 w_n}{\partial x^2}\right) + (a^2 + b^2) \frac{\partial^3 v_n^0}{\partial t \partial x^2} + \\ & + a c^2 \frac{\partial^2 v_n}{\partial x^2} - a^2 b^2 \frac{\partial^4 v_{n-1}^0}{\partial x^4} - a^2 b^2 \frac{\partial^4 v_n^0}{\partial x^4} + \\ & + (a^2 + b^2) \frac{\partial^3 v_n^{0,0}}{\partial t \partial \xi^2} - a \frac{\partial v_n^{0,0}}{\partial \xi} - \frac{\partial^2 v_{n-1}^{0,0}}{\partial t^2} - \\ & - \varepsilon \frac{\partial^2 v_n^{0,0}}{\partial t^2} + (a^2 + b^2) \frac{\partial^3 v_n^{0,1}}{\partial t \partial \eta^3} - a \frac{\partial v_n^{0,1}}{\partial \eta} - \frac{\partial^2 v_{n-1}^{0,1}}{\partial t^2} - \varepsilon \frac{\partial^2 v_n^{0,1}}{\partial t^2} = \\ & = h_0(t, x) + \varepsilon h_1(t, x) \end{aligned}$$

Кроме того, учитывая граничные условия для функций w_i, v_j^0 и $v_r^{0,1}$ и путем несложных подсчетов находим

$$\begin{aligned} z \Big|_{t=0} &= \varphi(x), \quad \frac{\partial z}{\partial t} \Big|_{t=0} = 0, \\ z \Big|_{x=0} &= \psi_0(t), \quad z \Big|_{x=1} = \psi_1(t), \\ \frac{\partial z}{\partial x} \Big|_{x=0} &= 0, \quad \frac{\partial z}{\partial x} \Big|_{x=1} = 0, \end{aligned}$$

где $\varphi(x) = -v_n^0|_{t=0}$, $\psi_0(t) = -x_n^{0,0}|_{x=0}$, $\psi_1(t) = -v_n^{0,1}|_{x=1}$

Из построения функций $\varphi(x)$, $\psi_0(t)$ и $\psi_1(t)$ следует, что

$$\begin{aligned} \psi_0(0) &= \psi_1(0) = 0, & \varphi(0) &= \varphi(1) = 0, \\ \psi_0'(0) &= \psi_1'(0) = 0, & \varphi'(0) &= \varphi'(1) = 0. \end{aligned}$$

Вводим новую функцию z_1 следующим образом:

$$z_1 = z - \varphi(x)e^{-t^2} - [(1-x^2)\psi_0(t) + x^2\psi_1(t)]. \quad (33)$$

Легко можно показать, что функция z_1 является решением следующей задачи:

$$L_\epsilon z_1 = h_1 = \bar{h}_1 \quad (34)$$

$$z_1 \Big|_{t=0} = 0, \quad \frac{\partial z_1}{\partial t} \Big|_{t=0} = 0, \quad (35)$$

$$z_1 \Big|_{x=0, x=1} = 0, \quad \frac{\partial z_1}{\partial x} \Big|_{x=0, x=1} = 0, \quad (36)$$

где $\bar{h}_1$ — известная функция.

Имеет место следующая

Лемма. Для решения задачи (34)–(35)–(36) справедлива оценка

$$\begin{aligned} \epsilon \int_0^T \int_0^1 \left\{ \left(\frac{\partial z_1}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 z_1}{\partial t \partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial^2 z_1}{\partial x^2} \right)^2 \right\} dt dx + \\ + \int_0^T \int_0^1 \left\{ \left(\frac{\partial z_1}{\partial t} \right)^2 + \left(\frac{\partial z_1}{\partial x} \right)^2 \right\} dx dt < \gamma \int_0^T \int_0^1 \bar{h}_1^2(t, x) dt dx, \quad (37) \end{aligned}$$

где γ — постоянное, не зависящее от ϵ .

Доказательство. Лемма доказывается умножением обеих частей уравнения (34) на $\frac{\partial z_1}{\partial t}$ и интегрированием полученного выражения с учетом условий (35) и (36).

Зная оценку для z_1 из (37), получаем оценку и для функции z .

Подытоживая вышесказанное, можно сформулировать следующую теорему.

Теорема. Если функция $f(t, x)$ имеет непрерывные производные по t и по x соответственно до порядка $(2n+2)$ и $(4n+4)$ включительно, сама функция $f(t, x)$ и ее производные по t и x соответственно до $(2n+1)$ и $(4n+2)$ -го порядка, включительно в точках $(0,0)$ и $(0,1)$ удовлетворяют нулевым согласованиям и $\text{sing } c = \text{sing } a, b$, то для решения задачи (1)–(2)–(3) справедливо асимптотическое разложение (7), где функции w_i определяются первым, функции v_i^0 , $v_k^{0,0}$ и $v_r^{0,1}$ суть функции типа пограничного слоя вблизи границы $t=0$, $x=0$ и $x=1$ соответственно и определяются вторым итерационным процессом, $\epsilon^{n+1}z$ — остаточный член, причем для функции z справедлива оценка типа (37).

1. Friedrichs K. Bull. Amer. Math. Soc., 61, 6, 1955.
2. Вишик М. И. и Люстерник Л. А. УМН, т. XII, вып. 5 (77), 1957.
3. Агранович М. И. и Вишик М. И. УМН, т. XIX, вып. 3 (117), 1964.
4. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Уравнения математической физики. Изд-во "Наука", 1977.
5. Джавадов М. Г. Изв. АН Азерб. ССР, сер. физ.-тех. и мат. наук, № 3, 1962.

АПИ им. В. И. Ленина

Поступило 21. V 1981

Н. М. Гусейнов

ЧЫРЛАШМЫШ ТЭНЛИЖИ ПАРАБОЛИК ТИПЛИ ТЭНЛИК ОЛАН ПАРАБОЛИК ТИПЛИ ТЭНЛИК ҮЧҮН ГОЈУЛМУШ ГАРЫШЫГ МЭСЭЛЭ

Мәгаләдә Ω областында ашағыдакы гарышыг мәсәләжә бахылыр:

$$L_\epsilon u \equiv \epsilon \left(\frac{\partial u}{\partial t} - b^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right) \left(\frac{\partial u}{\partial t} - a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right) + \alpha \left(\frac{\partial u}{\partial t} - c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right) = f \quad (1)$$

$$u \Big|_{t=0} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial t} \Big|_{t=0} = 0, \quad (2)$$

$$u \Big|_{x=0, x=1} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x=0, x=1} = 0 \quad (3)$$

Бурада $\epsilon > 0$ кичик параметр, a, b, c, α сабитләр, $f(t, x)$ — сә верилмиш һамар функциядыр.

Исбат едилир ки, (1)–(3) мәсәләсинин һәллинин кичик параметрә нәзәрән асимптотикасы ашағыдакы шәкилдәдир:

$$u \equiv \sum_{i=0}^n \epsilon^2 w_i + \sum_{j=0}^n \epsilon^{1+j} v_j^0 + \sum_{k=v}^n \epsilon^{1+k} v_k^{0,0} + \sum_{r=0}^n \epsilon^{1+r} v_r^{0,1} + \epsilon^{n+1} z$$

Бурада w_i функцијалары биринчи итерасија просесиндән, v_j^0 , $v_k^{0,0}$ вә $v_r^{0,1}$ функцијалары сә ујғун оларат $t=0$, $x=0$ вә $x=1$ сәһәдди јахынлыгында сәһәд зотат типли функцијалар олуб, икинчи итерасија просесиндән тапылыр, $\epsilon^{n+1}z$ сә галыг һәддир, z сә $L_2(\Omega)$ нормасы мәһнада мәһдудлур.

G. M. Guseinov

THE MIXED PROBLEM FOR PARABOLIC EQUATION. DEGENERATION IN PARABOLIC EQUATION

In $\Omega = \{(t, x) / 0 \leq t < +\infty, 0 \leq x \leq 1\}$ the next problem is considered:

$$L_\epsilon u \equiv \epsilon \left(\frac{\partial u}{\partial t} - b^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right) \left(\frac{\partial u}{\partial t} - a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right) + \alpha \left(\frac{\partial u}{\partial t} - c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right) = f \quad (1)$$

$$u \Big|_{t=0} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial t} \Big|_{t=0} = 0, \quad (2)$$

$$u \Big|_{x=0, x=1} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial x} \Big|_{x=0, x=1} = 0 \quad (3)$$

where $\varepsilon > 0$ —small parameter, a, b, c, α is constant $f(t, x)$ given smooth function. It is proved, that for the solution of problem (1)–(3) the asymptotic representation occurs:

$$u \equiv \sum_{l=0}^n \varepsilon^l n_l + \sum_{j=0}^n \varepsilon^{1+j} v_j^0 + \sum_{k=0}^n \varepsilon^{1+k} v_k^{0,0} + \sum_{r=0}^n \varepsilon^{1+r} v_r^{0,1} + \varepsilon^{n+1} z,$$

where the function w_l defines first iterative process, $v_j^0, v_k^{0,0}, v_r^{0,1}$ are the functions of boundary layer type near by bound $t=0, x=0, x=1$ accordingly and define second iterative process, $\varepsilon^{n+1} z$ is a remaining member, and besides z is limiting in metric $L_2(\Omega)$.

В. А. НАХМЕТОВ

ОБ ОДНОМ КЛАССЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ИНТЕРПОЛЯЦИОННЫХ РЯДОВ

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

В настоящей работе рассматриваются ряды вида

$$\sum_{n=0}^{\infty} a_n \prod_{k=1}^{\infty} \frac{z - u\lambda(k)k^{\frac{1}{p}}}{z - v\lambda(k)k^{\frac{1}{p}}}. \quad (1)$$

Здесь $\lambda(x)$ —некоторая медленно растущая функция. Напомним, что функция $\lambda(x)$, $0 < x < \infty$, удовлетворяющая условию $\lim_{x \rightarrow \infty} x \frac{\lambda'(x)}{\lambda(x)} = 0$, называется медленно растущей независимо от того, возрастает она или убывает (см. [4]).

Через $v_p(x)$ обозначим функцию $v_p(x) = x^{\frac{1}{p}} \lambda(x)$ и отметим следующие ее свойства:

а) для любой функции $v_p(x)$, $p > 0$ имеет место асимптотическое равенство:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} x \frac{v_p'(x)}{v_p(x)} = \frac{1}{p};$$

б) при любом $\alpha > 0$, $p > 0$ для $v_p(x)$ имеет место асимптотическое равенство:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{v_p(\alpha x)}{v_p(x)} = \alpha^{\frac{1}{p}}; \quad (2)$$

в) ряд $\sum_{n=1}^{\infty} [v_p(n)]^{-1}$ сходится при $p < 1$, расходится при $p > 1$.

Пусть функция $\lambda(x)$ удовлетворяет условию

$$\lim_{x \rightarrow \infty} [\lambda(x)]^p l \left[x^{\frac{1}{p}} \lambda(x) \right] = 1. \quad (3)$$

Легко увидеть, что в этом случае функция $l(r)$ удовлетворяет условию

$$\lim_{r \rightarrow \infty} r \frac{l'(r)}{l(r)} = 0$$

Введем обозначения: $u = P_1 e^{i\varphi}$, $v = P_2 e^{i\psi}$, $z = r e^{i\theta}$. Имеют место следующие теоремы:

Теорема 1. Пусть ряд $\sum_{n=1}^{\infty} [\nu_p(h)]^{-1}$ сходится и для $\lambda(r)$ имеет условие (3). Тогда сумма сходящегося ряда (1) является мероморфной функцией класса $[\rho(r); H_p(\theta)]$, где через $H_p(\theta)$ обозначено наибольшее значение интеграла

$$H_p(\theta) = \rho \int_0^{\infty} \ln \left| \frac{1 - t P_1^{-1} e^{i(\theta-\varphi)}}{1 - t P_2^{-1} e^{i(\theta-\psi)}} \right| \frac{dt}{t^{1+\rho}},$$

где $\rho(r)$ — величина, связанная с $\lambda(r)$ следующими равенствами:

$$h(r) = r^\rho l(r), \quad \rho(r) = \frac{\ln h(r)}{\ln r}. \quad (4)$$

Доказательство. Доказательство теоремы основано на асимптотической оценке полинома

$$\Pi_n(z) = \prod_{\kappa=1}^n \frac{z - u\nu_p(\kappa)}{z - v\nu_p(\kappa)}$$

при $n \rightarrow \infty$. Для этого воспользуемся общей асимптотической формулой:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{m=1}^n \frac{1}{n} \Phi\left(\frac{m}{n}\right) = \int_0^1 \Phi(x) dx,$$

где $\Phi(x)$ — некоторая функция, непрерывная в промежутке $(0, 1)$. Она может иметь и разрывы непрерывности, но при этом интеграл $\int_0^1 \Phi(x) dx$ должен быть сходящимся см. [5]).

Для $|\Pi_n(z)|$ в области Qu, v , определяемой условиями

$$|z - u\nu_p(\kappa)| \geq \sigma, \quad |z - v\nu_p(\kappa)| \geq \sigma, \quad (\kappa = 1, 2, 3, \dots)$$

где σ — фиксированные, сколь угодно малые положительные числа, полагая $r = \tau\nu_p(n)$, $\tau \geq 0$, найдем:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \ln |\Pi_n(z)| = r^{(\rho)} H_p(\theta),$$

Из последнего равенства выводится неравенство:

$$\exp \{r^{(\rho)} [H_p(\theta) - \varepsilon_r]\} < |\Pi_n(z)| < \exp \{r^{(\rho)} [H_p(\theta) + \varepsilon_r]\}$$

при $z \in Qu, v$ и $n \geq N$.

Очевидно, правая сторона последнего неравенства имеет место в области Qv и определяется только условием:

$$|z - v\nu_p(\kappa)| \geq \sigma, \quad (\kappa = 1, 2, 3, \dots).$$

Из условий теоремы вытекает, что ряд

$$\sum_{n=1}^{\infty} c_n \Pi_n(0) = \sum_{n=1}^{\infty} c_n$$

сходится.

Тогда в области Qv для суммы ряда (1), которые обозначим через $f(z)$, получим:

$$|f(z)| \leq c \exp \{r^{(\rho)} [H_p(\theta) + \varepsilon_r]\},$$

где $\varepsilon_r \rightarrow 0$ при $n \rightarrow \infty$. Этим теорема доказана.

Теорема 2. Пусть ряд $\sum_{n=1}^{\infty} [\nu_p(n)]^{-1}$ сходится и для $\lambda(r)$ имеет место условие (3). Тогда любая мероморфная функция на плоскости с простыми полюсами во всех или некоторых точках последовательности $\{\nu_p(\kappa)\}_{\kappa=1}^{\infty}$ с уточненным порядком $l(r)$ и индикатрисой роста, удовлетворяющей в области Qv условиям

$$\begin{cases} l(r) = \rho(r) \\ H_p(\theta) - h(\theta) > \delta, \end{cases} \quad (5)$$

разлагается в интерполяционный ряд вида (1) на всей плоскости, где δ — сколь угодно малое положительное число.

Известно, что в этом интерполяционном процессе остаточный член определяется формулой (см. [1])

$$R_n(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{h_n} \frac{\Pi_n(z)}{\Pi_n(t)} \frac{[z - u\nu_p(n)]}{[t - v\nu_p(n)]} \frac{f(t) dt}{t - z}. \quad (6)$$

Оценка $R_n(z)$ или доказательства теорем разделяются на три случая: $P_1 > P_2$, $P_1 = P_2$ и $P_1 < P_2$.

Обозначим через G_p область плоскости комплексного переменного z , определенную неравенством: $|z| \leq H_p(\arg z)$.

Тогда получим геометрическую формулировку теорем 1 и 2.

Для разложимости мероморфной функции $f(z)$ в ряд вида (1) необходимо, чтобы индикатриса роста $f(z)$ не содержала точек вне G_p , и достаточно, чтобы упомянутая индикатриса лежала внутри G_p .

Форма и расположение области G_p даны в статье [2] и [3].

Рассмотрим частные случаи:

1. Пусть $\lambda(x) \equiv 1$, тогда из равенства (4) обнаружим, что $\rho(r) = \rho$.

В этом случае получается результат В. Т. Миронова (см. [2]).

2. Если в ряде (1) положить $c_n = b_n v^n$ и $\xi = v^{-1}$, то при $\xi = 0$ получим ряд Ньютона:

$$\sum_{n=1}^{\infty} b_n \prod_{\kappa=1}^n [z - u\nu_p(\kappa)]. \quad (7)$$

Для ряда (7) в частном случае получается следующая теорема, которая является самостоятельным результатом в теории интерполяции целых функций.

Теорема 3. Необходимым условием разложимости целых функций $f(z)$ в ряд (7) является принадлежность к классу $[\rho(r); h_p(\theta)]$, а достаточным условием разложимости $f(z)$ в ряд (7) является принадлежность ее к классу $[\rho(r); h_p(\theta)]$, где

$$h_p(\theta) = \begin{cases} \rho \int_0^{\infty} \ln |1 - te^{i\theta}| \frac{dt}{t^{1+\rho}}, & \cos(\theta - \varphi) < 0 \\ \rho \int_{2\cos(\theta - \psi)}^{\infty} \ln |1 - te^{i(\theta - \varphi)}| \frac{dt}{t^{1+\rho}}, & \cos(\theta - \psi) > 0 \end{cases} \quad (8)$$

$\rho(r)$ определяется равенством (5).

Из теоремы 3 получается теорема единственности для целых функций, которая обобщает теорему 5.1.2 из [1].

Теорема 4. Если целая функция $f(z)$ из класса $[p(r); h_p(\theta)]$ удовлетворяет условию $f[u_p(n)] = 0$ ($n = 1, 2, \dots$), то $f(z) \equiv 0$, где $h_p(\theta)$ определяется равенством (8), а $p(r)$ — равенством (4).

Применяя теорему 3, доказываем следующую теорему о полноте систем целых функций.

Теорема 5. Пусть $f(z) \in [p(r); h_p(\theta)]$ и все числа $f^{(p)}(0) \neq 0$, ($p = 0, 1, 2, \dots$). Тогда система функций $f[u_p(n)z]$ полна в единичном круге.

3. Если в ряде (7) положить $\lambda(x) \equiv 1$, то получим, что $p(r) = p$. Значит теорема 3 является обобщением результатов В. Л. Гончарова (см. [3]).

Литература

1. Ибрагимов И. И. Методы интерполяции функций и некоторые их применения. М., «Наука», 1971. 2. Миронов В. Т. «ДАН СССР», (102), № 2, 1955. 3. Гончаров В. Л. УМН, 1937 (3). 4. Левин Б. Я. Распределение корней целых функций. Гостехиздат, 1956. 5. Поля Г., Серге Г. Задачи и теоремы из анализа, т. I, «Наука», 1978.

Институт математики и механики

Поступило 16.XI 1981

В. А. Нахметов

РАЦИОНАЛ КЭСРЛЭРЛЭ ИНТЕРПОЛАСИЈА ЫАГГЫНДА БИР МЭСЭЛЭ

Мәгәләдә рационал кәсрләрлэ интерполәсија мәсәләсинә бахылып. Мероморф функциясинин белә сыраларын чәми шәклиндә кәстәрилмәси үчүн зәрури вә кафи шәртләр тапылып.

V. A. Nahmatov

ON ONE SET OF THE RATIONAL INTERPOLATING ROWS

In the paper the interpolating rows with rational fractions are considered. We find the necessary and sufficient condition for the representability of meromorphic function in the form of sum of such rows.

УДК 517. 953: 539.3

МАТЕМАТИКА

О. А. АКПЕРОВА, М. Д. МАХМУДОВ

АСИМПТОТИКА РЕШЕНИЯ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОБОБЩЕННОГО БИГАРМОНИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ В БЕСКОНЕЧНОЙ УЗКОЙ ПОЛОСЕ

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

В работе [4] построена асимптотика по малому параметру решения обобщенного бигармонического уравнения в прямоугольнике, высота которого достаточно мала по сравнению с основанием. Целью настоящей работы является построение асимптотики по малому параметру решения для обобщенного бигармонического уравнения в бесконечной узкой полосе.

Пусть $\Omega = \{(x, y), -\infty < x_1 < +\infty, 0 \leq y \leq h\}$ — тонкая бесконечная полоса шириной h . В Ω ищется принадлежащее $W_2^2(\Omega)$ решение следующей задачи с постоянными коэффициентами:

$$u_{yyyy} + a_1 u_{yyux} + a_2 u_{yuxx} + a_3 u_{uxxx} + a_4 u_{xxxx} = 0, \quad (1)$$

$$u_{yy} + a_1 u_{yx} + a_2 u_{xx} = \begin{cases} p(x) & \text{при } y = h, \\ 0 & \text{при } y = 0, \end{cases} \quad (2)$$

$$u_{yy} + a_1 u_{yx} + a_2 u_{yx} + a_3 u_{xx} = \begin{cases} 0 & \text{при } y = h, \\ 0 & \text{при } y = 0, \end{cases} \quad (3)$$

причем a_1, a_2, a_3, a_4 суть постоянные, h — малый параметр, $p(x)$ является известной функцией из пространства S_x (см. [6], стр. 90). Предположим, что коэффициенты уравнения (1) удовлетворяют условиям эллиптичности.

Для построения асимптотики решения по малому параметру h задачи (1)–(3) произведем замену переменных $x = x, y = th$ и будем искать приближенное решение задачи (1)–(3) в виде

$$u = \frac{u_{-2}}{h^2} + \frac{u_{-1}}{h} + u_0 + hu_1 + \dots + h^N u_N + h^{N+1} z_N. \quad (4)$$

Подставляя выражение u из (4) в (1)–(3) и приравнявая коэффициенты при одинаковых степенях по h , получаем последовательно задачи для u_k , ($k = -2, -1, 0, \dots$)

Так, для $u_{-2}(x, t)$ имеем задачу:

$$\frac{\partial_4 u_{-2}}{\partial t^4} = 0, \quad (5)$$

$$\frac{\partial_2 u_{-2}}{\partial t^2} \Big|_{t=0, t=1} = 0, \quad \frac{\partial_3 u_{-2}}{\partial t^3} \Big|_{t=0, t=1} = 0. \quad (6)$$

Очевидно, что задачи (5)–(6) имеют вид $u_{-2}(x, t) = w_{-2}(x) + tw_{-2}(x)$. Аналогично

$$u_{-1}(x, t) = w_{-1}(x) + tv_{-1}(x) - \frac{a_1}{2!} t^2 \frac{\partial v_{-2}(x)}{\partial x},$$

$$u_0(x, t) = w_0(x) + tv_0(x) - \frac{t^2}{2!} \left(a_1 \frac{\partial v_{-1}}{\partial x} + \right. \\ \left. + a_2 \frac{\partial^2 w_{-2}(x)}{\partial x^2} + \frac{t^3}{3!} (a_1^2 - a_2) \frac{\partial^2 v_{-2}(x)}{\partial x^2} \right).$$

Здесь $w_k(x)$ и $v_k(x)$ ($k = -2, -1, 0, \dots$) суть произвольные функции, зависящие только от переменных x , которые подлежат в дальнейшем определению. Подставив найденные значения $u_{-2}(x, t)$, $u_{-1}(x, t)$, $u_0(x, t)$ и $u_1(x, t)$ в задачу для функции $u_2(x, t)$, получаем

$$\frac{\partial^4 w_{-2}}{\partial x^4} = -\frac{6p(x)}{a^4}, \quad \frac{\partial^4 v_{-2}}{\partial x^4} = \frac{12p(x)}{d_4}. \quad (7)$$

Аналогично продолжая процесс, находим, что неизвестные функции w_k и v_k ($k = -2, -1, 0, \dots$) должны удовлетворять на всей оси уравнениям

$$\frac{\partial^4 w_k}{\partial x^4} = Z_{1,k}(x); \quad (8)$$

$$\frac{\partial^4 v_k}{\partial x^4} = Z_{2,k}(x), \quad k = -2, -1, 0, \dots, \quad (9)$$

где $Z_{1,k}(x)$, $Z_{2,k}(x)$ —известные выражения, которые содержат линейным образом функцию $p(x)$ и ее производные $p'(x)$, а также предшествующие функции $w_{-2}, w_{-1}, \dots, w_{k-1}, v_{-2}, v_{-1}, \dots, v_{k-1}$ соответственно. При этом решения этих уравнений вместе со всеми вторыми производными должны принадлежать $L_2(-\infty, +\infty)$. При любых правых частях $Z_{1,k}(x)$, $Z_{2,k}(x)$ и $L_2(-\infty, +\infty)$ уравнения (8) и (9) разрешимы в пространстве $W_2^2(-\infty, +\infty)$ единственным образом, поскольку соответствующие однородные сопряженные задачи имеют лишь нулевые решения, принадлежащие $L_2(-\infty, +\infty)$. Поскольку $p(x) \in S_x$, то $Z_{1,k}(x)$ и $Z_{2,k}(x)$ также принадлежат S_x и тем более $L(-\infty, +\infty)$. Таким образом, мы определяем все v_k и w_k , возникающие в итерационном процессе.

Заметим, что эта ситуация отлична от той, которая возникает для рассмотренного в [4] случая прямоугольника. Там уравнения, аналогичные (8) и (9), разрешимы, вообще говоря, не для любых правых частей, поскольку соответствующие однородные сопряженные задачи (на конечном отрезке) могут иметь ненулевые решения.

Построение асимптотики завершается оцениванием остаточного члена Z_N , который, очевидно, принадлежит $W_2^2(\Omega)$, и является решением следующей задачи

$$\frac{1}{h^4} \frac{\partial^4 Z_N}{\partial t^4} + \frac{a_1}{h^3} \frac{\partial^4 Z_N}{\partial t^3 \partial x} + \frac{a_2}{h^2} \frac{\partial^4 Z_N}{\partial t^2 \partial x^2} + \\ + \frac{a_3}{h} \frac{\partial^4 Z_N}{\partial t \partial x^3} + a^4 \frac{\partial^4 Z_N}{\partial x^4} = F_N, \quad (10)$$

$$\frac{1}{h^2} \frac{\partial^2 Z_N}{\partial t^2} + \frac{a_1}{h} \frac{\partial^2 Z_N}{\partial t \partial x} + a_2 \frac{\partial^2 Z_N}{\partial x^2} = \begin{cases} 0, & t = \pm 1, \\ 0, & t = 0, \end{cases} \quad (11)$$

$$\frac{1}{h^3} \frac{\partial^3 Z_N}{\partial t^3} + \frac{a_1}{h^2} \frac{\partial^3 Z_N}{\partial t^2 \partial x} + \frac{a_2}{h} \frac{\partial^3 Z_N}{\partial t \partial x^2} + a_3 \frac{\partial^3 Z_N}{\partial x^3} = \begin{cases} 0 & t = \pm 1 \\ 0 & t = 0, \end{cases} \quad (12)$$

где F_N —известная функция.

Оказывается, для решения задачи (10)–(12) справедлива оценка

$$\|Z_N\|_{C(\Omega)} \leq \alpha \|F_N\|_{L_2(\Omega)}, \quad \alpha = \text{const}.$$

Поэтому окончательный результат можно сформулировать в форме следующей теоремы

Теорема. Решение задачи (1)–(3) для любого $p(x) \in S_x$ имеет асимптотическое представление вида (4), где функции u_k ($k = -2, -1, 0, \dots$) определяются итерационным процессом, а остаточный член ограничен в равномерной метрике.

Литература

1. Вишик М. И., Люстерник Л. А. УМН ХП, вып. 5, 1957, 3–122.
2. Джавадов М. Г., «ДАН СССР», т. 183, № 2, 1968.
3. Мусхелишвили Н. И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. Изд-во «Наука», 1966.
4. Акперова О. А. ВИНТИ № 2543-83. Деп. 5. Махмудов М. Д. ВИНТИ № 261-79. Деп. 6. Шилов Г. Е. Математический анализ. Второй специальный курс. М., «Наука», 1965.

Институт математики и механики

Поступило 19.V 1983

Н. А. Экбэрова, М. Ч. Махмудов

ДАР СОНСУЗ ЗОЛАГДА ҮМУМИЛЭШМИШ БИҲАРМОНИК ТЭНЛИК ҮЧҮН
ГОЈУЛМУШ СЭРҲЭД МЭСЭЛЭСИННИН КИЧИК ПАРАМЕТРЭ КӨРӨ
НӨЛЛИНИН АСИМПТОТИК АЈРЫЛЫШЫ

Мөгаләдә М. И. Вишик, Л. А. Лүстерник методу илә дар сонсуз золәдә үмумиләшмиш биһармоник тәнлик үчүн сәрһәд мәсәләси өрәнилмишдир.

Кичик параметрә нәзәрән нөллини асимптотик ајрылышы тапылмыш вә мүнтәзәм метрикада гүмәтләндирилмишдир.

О. А. Акперова, М. Д. Махмудов

THE ASYMPTOTICS OF BOUNDARY PROBLEM SOLVING FOR GENERALIZED BIHARMONIC EQUATION IN INFINITE NARROW STRIP

A boundary problem for generalized biharmonic equation in infinite narrow strip is studied. An asymptotic composition of solution on perturbation (the width of strip), where the remainder is bounded in uniform metrics, is built and grounded.

Ф. А. ХАЛИЛОВ

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОВОДИМОСТИ АНИЗОТРОПНОЙ СРЕДЫ ПО МАТРИЦЕ ОТРАЖЕНИЯ

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

Важное значение в развитии методов электроразведки имеет задача восстановления параметров среды по данным электромагнитного зондирования. Математически она сводится к обратной задаче рассеяния для некоторого несамосопряженного уравнения Шредингера с потенциалом, линейно зависящим от спектрального параметра. Такая задача рассматривалась в [1], где для восстановления потенциала требовалось знание полной матрицы рассеяния, в которую кроме физически измеряемого коэффициента отражения входит и коэффициент прохождения, измерение которого физически недоступно. В данной статье решается задача восстановления матрицы проводимости анизотропной среды лишь по матрице отражения. Установлена теорема единственности и предложена регулярная итерационная процедура, позволяющая определять матрицу проводимости на всей оси, исходя из матрицы отражения. Случай изотропной среды изучен в [2].

Будем считать, что диэлектрическая и магнитная проницаемости среды постоянны, а тензор проводимости зависит только от переменной z имеет структуру

$$\begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & 0 \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{33} \end{pmatrix}, \quad \sigma_{12} = \sigma_{21}. \quad (1)$$

Распространение электрического поля $E(z, \kappa)$, поляризованного в направлении, перпендикулярном оси z -направления распространения, описывается уравнением

$$E''(z, \kappa) + \kappa^2 E(z, \kappa) - i\kappa \sigma(z) E(z, \kappa) = 0, \quad (2)$$

где $E(z, \kappa)$ и $\sigma(\kappa)$ — матрицы размеров 2×2 , причем $\sigma(z)$ с точностью до известного постоянного множителя совпадает с левым верхним блоком матрицы (1). Этим же уравнением описывается приближенно случай, когда в матрице (1) вместо нулей стоят величины порядка 1, а $\sigma_{33} \gg 1$.

Предположим, что матрица $\sigma(z)$ принадлежит классу Σ вещественных матриц-функций, удовлетворяющих условиям: 1) $\sigma(z)$ — симметрическая, положительно определенная матрица, непрерывно дифференцируемая всюду, кроме конечного числа точек разрыва z_j ($j = 1, 2, \dots, N$), в которых существуют пределы слева и справа как самой матрицы, так и ее производной; 2) $\sigma(z) \rightarrow 0$ при $z \rightarrow \pm \infty$ так, чтобы

$$\int_0^\infty x^{1+\epsilon} \max_{t>x} |\sigma(t)| dx < \infty, \quad \int_{-\infty}^0 x^{1+\epsilon} \max_{t<x} |\sigma(t)| dx < \infty,$$

где

$$|\sigma(t)| = \left[\sum_{i,j=1}^2 \sigma_{ij}^2(t) \right]^{\frac{1}{2}}, \quad \epsilon > 0.$$

Обозначим через $E^\pm(z, \kappa)$ и $F^\pm(z, \kappa)$ решения уравнения (2) (решения Йоста), имеющие асимптотики

$$E^\pm(z, \kappa) \sim e^{\pm i\kappa z} I, \quad z \rightarrow \infty; \quad F^\pm(z, \kappa) \sim e^{\pm i\kappa z} I, \quad z \rightarrow -\infty,$$

где I — единичная матрица, а через $\Omega_z^\infty(\sigma)$ — матрицант уравнения $X'(s) = \sigma(s) X(s)$ на интервале (z, ∞) .

Теорема 1. При $\text{Im} \kappa = 0$ решения Йоста существуют и представимы в виде

$$E^\pm(z, \kappa) = e^{\pm i\kappa z} I \pm i\kappa \int_z^\infty A^\pm(z, y) e^{\pm i\kappa y} dy, \quad (3)$$

$$F^\pm(z, \kappa) = e^{\mp i\kappa z} I \pm i\kappa \int_{-\infty}^z B^\pm(z, y) e^{\mp i\kappa y} dy, \quad (4)$$

где ядра $A^\pm(z, y)$ удовлетворяют интегро-дифференциальному уравнению

$$A^\pm(z, y) = I - \Omega_{\frac{z+y}{2}}^\infty \left(\pm \frac{1}{2} \sigma \right) \pm \int_0^{\frac{y-z}{2}} d\beta \times \\ \times \int_{\frac{z+y}{2}}^\infty \sigma(\alpha - \beta) A_y^\pm(\alpha - \beta, \alpha + \beta) d\alpha \quad (5)$$

и связаны с матрицей $\sigma(z)$ соотношением

$$\sigma(z) = \mp 2 \frac{dA^\pm(z, z)}{dz} [I - A^\pm(z, z)]^{-1}. \quad (6)$$

Для $B^\pm(z, y)$ справедливы аналогичные равенства.

Как видно из представлений (3) и (4) матрицы-функции $E^+(z, \kappa)$ и $F^+(z, \kappa)$ ($E^-(z, \kappa)$ и $F^-(z, \kappa)$) допускают аналитическое продолжение в полуплоскость $\text{Im} \kappa > 0$ ($\text{Im} \kappa < 0$).

При вещественных κ решения $E^+(z, \kappa)$ и $E^-(z, \kappa)$ линейно независимы и связаны соотношением

$$F^-(z, \kappa) = E^+(z, \kappa) A(\kappa) + E^-(z, \kappa) B(\kappa), \quad (7)$$

причем матрица $A(\kappa)$ аналитически продолжается в полуплоскость $\text{Im} \kappa < 0$. Соотношение (7) позволяет определить решение $Q(z, \kappa)$ уравнения (2), имеющие асимптотику $e^{i\kappa z} I + R(\kappa) e^{-i\kappa z}$ при $z \rightarrow \infty$ и $T(\kappa) e^{i\kappa z}$ при $z \rightarrow -\infty$, где $R(\kappa) = B(\kappa) A^{-1}(\kappa)$ — матрица отражения, а $T(\kappa) = A^{-1}(\kappa)$ — матрица прохождения. Отметим некоторые их свойства

- 1) $R(-\kappa) = \overline{R(\kappa)}, \quad T(-\kappa) = \overline{T(\kappa)}, \quad (\operatorname{Im} \kappa = 0);$
- 2) $T(0) = R(0) + I, \quad R(\kappa) = O\left(\frac{1}{|\kappa|}\right), \quad |\kappa| \rightarrow \infty, \quad \operatorname{Im} \kappa = 0;$
- 3) $|r_j(\kappa)| < 1, \quad |t_j(\kappa)| < 1, \quad j = 1, 2.$

где $r_j(\kappa)$ и $t_j(\kappa)$ столбцы матриц $R(\kappa)$ и $T(\kappa)$.

Благодаря свойству (1) матрицу отражения можно определить на всей оси по ее имеющей физический смысл части $K(\kappa)$ ($\kappa > 0$).

Теорема 2. Матрицы-функции $A^+(z, y)$ и $A^-(z, y)$ связаны между собой основным соотношением

$$A^+(z, y) = \int_z^\infty A^-(z, s) G(y+s) ds - \int_{z+y}^\infty G(t) dt, \quad y \geq z, \quad (8)$$

где

$$G(z) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^\infty R(\kappa) e^{-i\kappa z} d\kappa. \quad (9)$$

Равенства (5-), (6+), (8) и (9) позволяют однозначно восстанавливать проводимость $\sigma(z)$ ($-\infty < z < \infty$) по известной матрице отражения с помощью следующей итерационной процедуры:

$$\sigma_n(z) = \sigma(z) \xrightarrow{I} A^-(z, y) \xrightarrow{II} A^+(z, y) \xrightarrow{III} \sigma(z) = \sigma_{n+1}(z).$$

На I этапе, задавшись некоторым приближением $\sigma(z) = \sigma_n(z)$, определяем матрицу $A^-(z, y)$ из интегро-дифференциального уравнения (5-). На втором этапе, исходя из матрицы $A^-(z, y)$ и матрицы отражения $R(\kappa)$, посредством основного соотношения (8) и формулы (9) находим матрицу $A^+(z, y)$. И, наконец, на третьем этапе по известной матрице $A^+(z, y)$ из равенства (6+) определяем матрицу $\sigma(z)$ и беремся за следующее приближение $\sigma_{n+1}(z)$. Процесс повторяется до достижения нужной точности.

Можно доказать, что вся вещественная ось $-\infty < z < \infty$ может быть разбита на счетное число интервалов

$$([e_0, \infty), [e_1, e_0), [e_2, e_1), \dots, e_j \rightarrow -\infty (j \rightarrow \infty)),$$

на каждом из которых описанный процесс сходится и позволяет однозначно восстанавливать проводимость $\sigma(z)$ ($-\infty < z < \infty$). Сформулируем полученный результат в виде теоремы

Теорема 3 (единственности). Если проводимость $\sigma(z)$ принадлежит классу Σ , то она однозначно восстанавливается на всей оси по известной матрице отражения $R(\kappa)$ ($\kappa > 0$).

Автор выражает признательность Е. Я. Хруслову за руководство работой.

Литература

1. Jaulent M., Jean C. Ann. Inst. Henri Poincaré, vol. 25, p. 105, 1976.
2. Хруслов Е. Я. УМН, 37,4 1982, стр. 107-108.
3. Агранович З. С., Марченко В. А. Обратная задача теории рассеяния. Харьков, 1960.
4. Гантмахер Ф. Р. Теория матриц. М., Наука, 1957.

Харьковский государственный университет им. А. М. Горького

Поступило 12. I 1983

Ф. А. Халилов

АНИЗОТРОП МУЊИТИН ӨТҮРҮЧҮЛҮК ЭКС ОЛУНМАСЫ

Анизотроп муЊитин өтүрүчүлүк тензорунун эксолунма матрисине көрө бәрпасынын жеканэлији теоремн тэ'јин олунмушдур.

Өтүрүчүлүгү ихтијары тэртиб дэигликлэ эмэли олараг бэрпа етмэјэ имкан верэн вэ дүз мэсэлэнин интегро-дифференциал тэнлијиндэн истифадэ едэн регулјар итератсија проседурасы тэклиф олунмушдур.

F. A. Khalilov

CONDUCTIVITY OF ANISOTROPIC MEDIUM BY REFLECTION MATRIX

The author has stated a unique construction theorem of the conductivity tensor of anisotropic medium by reflection matrix. A regular iterational procedure using integro-differential equation of a direct problem which allows practically to construct conductivity by any degree of accuracy is offered.

УДК 539.4001.2.678

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

С. А. АБАСОВ, ЭЛЬМИРА ДЖАЛАЛ КЫЗЫ, М. Х. АЛИЕВА, М. А. КУРБАНОВ
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ
ПРОЧНОСТЬ МОНОКРИСТАЛЛОВ GaSe

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

В последнее время в ряде работ [1, 2] установлено, что внешнее электрическое поле может оказывать влияние на механические характеристики некоторых кристаллов.

В данной работе было исследовано влияние электрического поля на механическую долговечность монокристаллов GaSe.

Следует отметить, что подобные исследования были проведены авторами работ [3, 4] в полимерных диэлектриках.

Испытание на механическую долговечность проводилось на разрывной установке, позволяющей поддерживать постоянные значения механического напряжения в образцах в течение всего опыта.

В качестве объекта исследования выбраны монокристаллические пластинки GaSe, вырезанные из крупного слитка монокристалла в виде параллелепипеда.

Электрическое поле (постоянное напряжение) прикладывалось к объектам через металлические контакты, нанесенные к основаниям образца-параллелепипеда.

Из опыта находилась зависимость механической долговечности (т. е. время, прошедшее от момента приложения механической нагрузки к образцу до его разрыва) от разрывного напряжения при одновременном воздействии электрического поля различных напряженностей E . Измерения проводились при комнатной температуре. Значения электрических напряжений подбирались так, чтобы они не привели к пробое образца.

На рис. 1. приведены зависимости $\lg \tau_m$ монокристаллов GaSe от σ при одновременном воздействии электрического поля. Видно, что во всех случаях выполняется экспоненциальная зависимость

$$\tau_m = A \cdot \exp(-a\sigma), \quad (1)$$

где A и a являются параметрами, определяющими прочностные свойства материала. Однако действие сильного электрического поля, не нарушая зависимость (1), приводит к изменению механической прочности.

Для наглядности, на рис. 2. приведена зависимость механической прочности σ от напряженности электрического поля E . В качестве механической прочности было принято разрывающее напряжение при $\lg \tau_m = 0$ на рис. 1. Как видно из рис. 2, в области напряжений от 0 до 4,4 кВ/мм и от 8,8 до 17,6 кВ/мм действие электрического поля приводит к уменьшению, а в области от 4,4 до 8,8 кВ/мм — к увеличению механической прочности.

Следует отметить, что подобный аномальный ход механической прочности GaSe нами был обнаружен также в их температурной зависи-

мости [5, 6]. Показано, что в области от 300 до 700°C наблюдается увеличение прочности с температурой (рис. 3). Такой ход зависимости связывается с тем, что на первом и третьем участках, где наблюдается спад прочности GaSe с ростом температуры, имеет место процесс тепловых

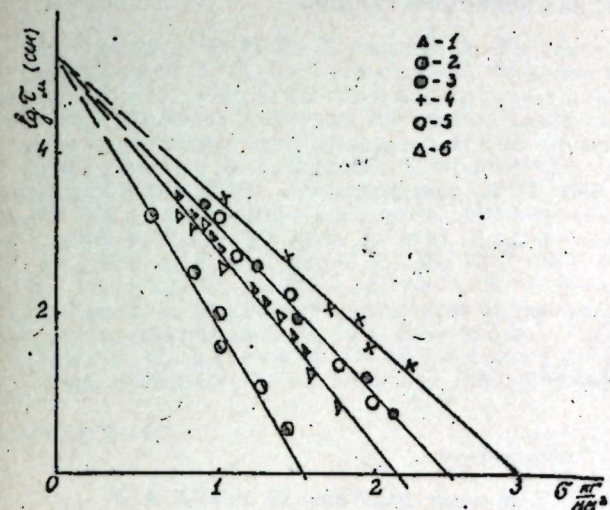


Рис. 1. Зависимости логарифма механической долговечности монокристаллов GaSe от разрывающего напряжения при одновременном воздействии электрического поля напряженностью: 1— $E=0$; 2— $E=4,4$ кВ/мм; 3— $E=7$ кВ/мм; 4— $E=8,8$ кВ/мм; 5— $E=13$ кВ/мм; 6— $E=17,6$ кВ/мм.

флуктуаций, а на втором участке, где прочность возрастает с повышением температуры, помимо тепловых флуктуаций, имеет место и процесс диффузионного упорядочения. Следовательно, увеличение прочности с температурой связывается с наличием и постепенным рассасыванием термических напряжений в кристаллической структуре этих соединений, возникающих при их выращивании [5, 6].

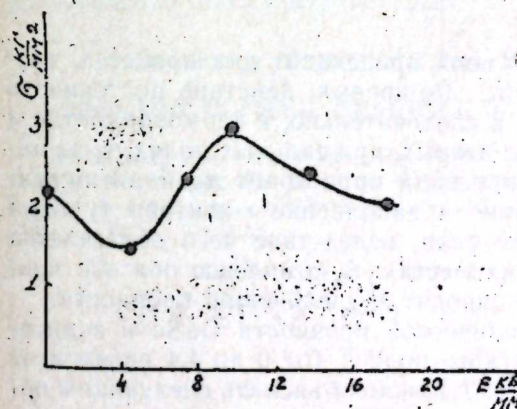


Рис. 2. Зависимость механической прочности от напряженности электрического поля.

По-видимому, и в случае действия электрического поля в области от 4,4 до 8,8 кВ/мм происходит аналогичное диффузионное упорядочение, т. е. то, что делается с температурой, это в случае действия электрического поля достигается полем при комнатной температуре.

Сопоставление вольтамперных характеристик (рис. 3) с полученной зависимостью (рис. 2) показывает, что область квадратичной или кубической зависимости вольтамперной характеристики соответствует по-

лям, при которых увеличивается прочность. Ранее в работах [7—9] было установлено, что при этих полях в кристаллах GaSe происходит инжекция носителей из контакта в кристалл и в дальнейшем за счет двойной инжекции увеличивается время жизни носителей — изменяется зарядовое состояние r - и S -центров. Также было показано, что r -центры представляют собой нечто иное, как вакансию галлия.

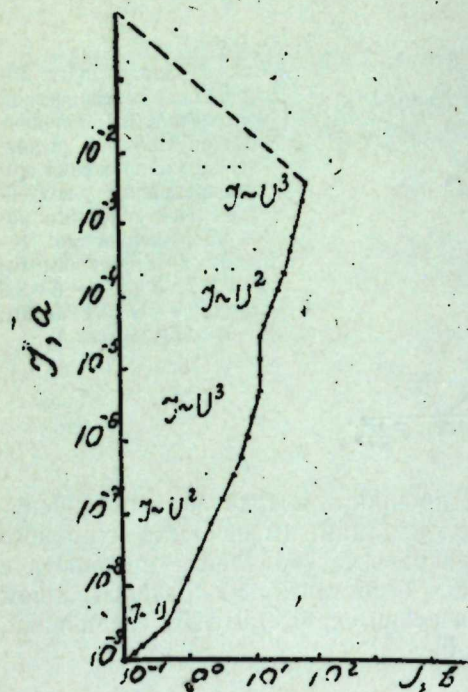


Рис. 3. Вольтамперная характеристика монокристаллов GaSe.

По-видимому при воздействии поля происходит два процесса, способствующих увеличению прочности. Во-первых, действие постоянного поля приводит к нагреву образца, а следовательно, к термообработке и рассасыванию термоакцепторов. Во-вторых, при сильных полях из-за инжекции носителей из контакта в кристалл происходит двойная инжекция, изменяется зарядовое состояние и заполнение r -центров (уровни галлия) и изменяется кулоновская сила, вследствие чего облегчается процесс восстановления их на своих местах. В комплексе оба эти процесса действуют одновременно и приводят к увеличению прочности.

Наблюдаемое уменьшение механической прочности GaSe в зависимости от напряженности электрического поля E (от 0 до 4,4 кВ/мм и от 8,8 до 17,6 кВ/мм) можно объяснить следующим образом.

От 0 до 4,4 кВ/мм значения напряженности электрического поля не достаточны для изменения зарядового состояния и заполнения r -центров и тем самым для происхождения процесса диффузионного упорядочения. При этих значениях напряженности носителя зарядов, ускоряясь в электрическом поле, только возмущают межатомные связи и тем самым способствуют термофлуктуационному разрыву химических связей, что и приводит к уменьшению механической прочности (долговечности).

При относительно больших значениях напряженности электрическо-

го поля (от 8,8 до 17,6 кВ/мм) происходит разупорядочение структуры и сильное возмущение межатомных связей, в результате чего опять происходит уменьшение механической прочности.

Литература

1. Загоруйко Н. В., Щукни Е. Д. «Кристаллография», 13, 908, 1968.
2. Зуев Л. Б., Сергеев В. П., Рябченко Н. Н. «Известия высших учебных заведений. Физика», 3, 71—74, 1979.
3. Абасов С. А., Курбанов М. А., Велиев Т. М., Джала кызы Эльмира. Материалы всесоюзного совещания «Влияние ионизирующего излучения на диэлектрические материалы». Изд-во «Дониш», Душанбе, 1974.
4. Абасов С. А., Курбанов М. А., Велиев Т. М., Кабулов У. А., Джала кызы Эльмира, Бедирханова С. Ш. «Электричество», № 12, 1980.
5. Абасов С. А., Алиева М. Х., Джала кызы Эльмира. «Изв. АН Азерб. ССР, сер. физ.-тех. и мат. наук», № 1, 1978.
6. Джала кызы Эльмира. Канд. дисс. Баку, 1974.
7. Алиева М. Х., Мамедова А. З. «АН Азерб. ССР», № 3, 1974.
8. Абдуллаев Г. Б., Алиев Т. И., Алиева М. Х., Мамедова А. З., Белецкий Г. Л., Казиев Ф. Н. Тезисы докладов Всесоюзной конференции по рекомбинации и изучению по полупроводниковым источникам света. 1971, Баку.
9. Abdullaev G. B., Guseinov G. D., Gaziev B. G., Alieva M. Kh., Mamedova A. Z., Guseinova E. Z. Proc. IX Intern. conference Phys. semiconduc., 1968, Moscow.

Институт физики

Поступило 27.II 1982 г.

С. А. Абасов, Елмира Чалал кызы, М. Х. Алиева, М. А. Курбанов

ЕЛЕКТРИК САҺӘСИННІ GaSe МОНОКРИСТАЛЛАРЫНЫН МЕХАНИКИ МӨHKӘМЛИJИНӘ ТӘСІРИ

Магаләдә сабит электрик саһәсиннi GaSe монокристалларынын механики мөhkәм-лиjинә тәсiri өjрәнилмишдир. Мүәjжән едилмишдир ки, саһә $\tau = A \exp(-\alpha \sigma)$ асылы-лығыны позмадан GaSe монокристалларынын механики мөhkәмлиjини дәjишдирир. Костәрилмишдир ки, электрик кәркилиjини 0 ÷ 4,4 кВ/мм вә 8,8 ÷ 17,6 кВ/мм ин-тервалларындакы гijмәтләриндә механики мөhkәмлик азалыр, ләкин 4,4 ÷ 8,8 кВ/мм интервалындакы гijмәтләриндә исә артыр.

S. A. Abasov, Elmira Jalal k'izi, M. Kh. Alieva, M. A. Kurbanov

ELECTRICAL FIELD INFLUENCE ON THE MECHANICAL STRENGTH

An investigation has been made of the influence of direct electric field on GaSe mechanical strength. The mechanical strength is shown to decrease within the ranges from 0 to 4.4 kV/mm and from 8.8 to 17.6 kV/mm and to increase within the range from 4.4 to 8.8 kV/mm.

О. Б. АБДИНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ КУМУЛЯТИВНЫХ ПРОТОНОВ

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

В последние годы появилось много экспериментальных [1—5] и теоретических работ [6—10], посвященных исследованиям рождения кумулятивных частиц. Существует достаточно много механизмов, претендующих на описание рождения данных частиц. В то же время накопленный в настоящее время богатый материал не дает возможности ответить точно и однозначно на вопрос о том, каков механизм рождения кумулятивных частиц.

Детальные исследования, проведенные в рамках каскадно-испарительной модели (КИМ), показали, что механизмы рождения кумулятивных нуклонов и π -мезонов сильно отличаются и как правило, не зависимы. Подробный анализ экспериментальных данных по рождению кумулятивных протонов, полученных при взаимодействиях π^- -мезонов с импульсом 5 ГэВ с ядрами углерода (метровая пропановая камера ЛЯП ОИЯИ), позволяет сделать вывод, что существует не один, а достаточно много механизмов рождения этих протонов. Поэтому необходимо не только выяснение механизмов образования кумулятивных протонов, но и выяснение вклада данного механизма в определенную кинематическую область. Для этих целей нужны данные позволяющие выделить различные механизмы. Попытка проведения такого анализа была проделана в работах [12,13].

Изучение импульсного распределения, протонов с импульсом $0,2 \leq p \leq 0,6$ ГэВ/с (подробно о методике отбора см. работу [11]), вылетающих в заднюю полусферу в ЛСК ($P_{\downarrow}$) (см. рис. 1), показало, что КИМ удовлетворительно описывает экспериментальные данные. Средние множественности таких протонов, по данным эксперимента и КИМ, равны соответственно $0,276 \pm 0,005$ и $0,247 \pm 0,002$. В то же время расчеты по КИМ позволяют выделить вклады различных механизмов образования протонов, вылетающих в заднюю полусферу. Было показано, что КИМ протоны вылетают назад за счет трех механизмов:

- 1) механизма перерассеяния (сюда включены также процессы неупругого перерассеяния, перезарядки;
- 2) механизма поглощения медленных π -мезонов парой нуклонов ядра (если протонов, образовавшийся за счет этого механизма, в дальнейшем испытывал перерассеяние, он "относится" к механизму 1); вклад таких протонов порядка $\sim 8\%$;
- 3) развала остаточного возбужденного ядра.

Исследования показали, что в зависимости от импульса и угла вылета вторичных протонов вклады этих механизмов различны.

Из рис. 1 видно, что с увеличением импульса протонов от 0,3 до 0,5 ГэВ/с вклад механизма перерассеяния резко падает, а вклад механизма поглощения растет и для протонов с импульсом более 0,4 ГэВ/с достигает 65 %. Вклад механизма 3 существен в рождении протонов с импульсом лишь до 0,3 ГэВ/с.

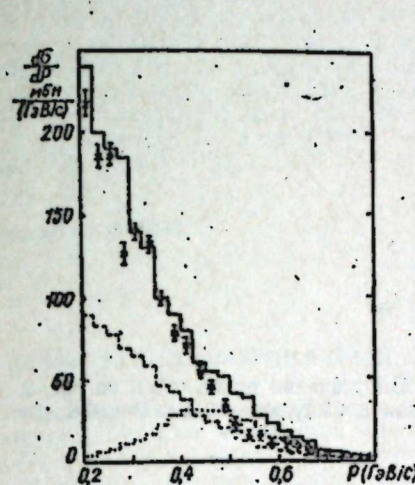


Рис. 1. Импульсный спектр протонов, испускаемых в заднюю полусферу. Крестиками обозначены экспериментальные данные. Сплошная гистограмма — расчет по КИМ; пунктир — вклад от механизма перерассеяния; точки — вклад от механизма поглощения.

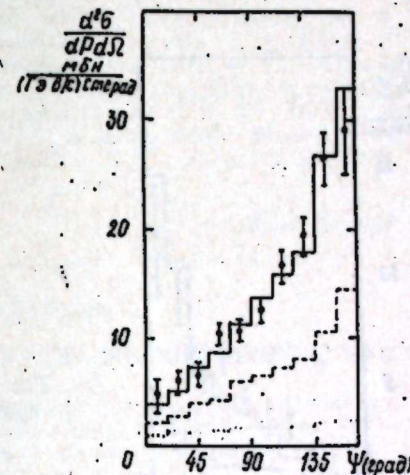


Рис. 2. Распределение для протонов с импульсами, лежащими в интервале $0,18 < P < 0,6$ ГэВ/с по углу разлета между $P_{\downarrow}$ и остальными протонами. Точками обозначены экспериментальные значения. Точечная гистограмма — вклад протонов, испущенных в результате развала возбужденного ядра-осколка. Остальные обозначения те же, что и на рис. 1.

В работе [12] нами было показано, что с увеличением угла вылета протонов вклад механизма поглощения растет и для больших углов и импульсов играет наиболее существенную роль. КИМ описывает также нерегулярность в экспериментальном спектре при импульсах $\sim 0,45-0,5$ ГэВ/с за счет вклада протонов, рожденных в результате поглощения медленных π -мезонов парой нуклонов и дальнейшего их разлета.

В случае механизма перерассеяния для рождения протона, вылетающего в заднюю полусферу, необходимо не менее двух столкновений, т. е. во взаимодействии последовательно участвуют минимально два внутриядерных нуклона, а в случае механизма поглощения — три нуклона (на одном рождается медленный π -мезон, а на двух других происходит поглощение).

Для более детального анализа механизма рождения кумулятивных протонов были исследованы распределения по углу разлета между протоном, вылетевшим в заднюю полусферу, и другим протоном (переборка шла по всем $P_{\downarrow}$ и P), разность величин (по абсолютному значению) импульсов которых лежала в интервале $0 < |\Delta P| \leq 0,06$

Гэв/с. Интервал ΔP был выбран таким, чтобы уменьшить возможные корреляции между "испарительными" и каскадными протонами. Такое распределение оказывается наиболее чувствительными к механизму рождения кумулятивных протонов, что позволяет более четко выделить вклады различных механизмов.

На рис. 2 и 3 представлены спектры углов разлета протонов и расчеты по КИМ. Видно, что расчет достаточно хорошо описывает

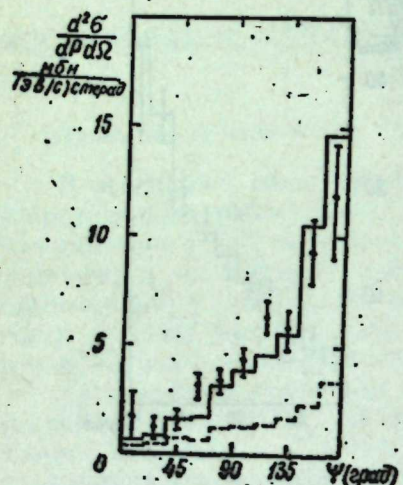


Рис. 3. Обозначения те же, что и на рис. 2, для протонов с импульсом $0,3 < P < 0,6$ Гэв/с.

эксперимент. Расчеты показывают, что наклоны распределений для всех событий и событий без поглощения различны. Наблюдается увеличение вклада механизма 2 с ростом угла разлета ψ . Это особенно четко проявляется для протонов с импульсом $0,3 < P < 0,6$ Гэв/с. Гистограмма, рассчитанная для "испарительных" протонов, имеет очень малый наклон — почти изотропное распределение.

В области $0^\circ < \psi < 90^\circ$ корреляции могут быть объяснены в основном перерассеянием и развалом ядра-остатка, а вклад механизма поглощения наиболее существен в области $90^\circ < \psi < 190^\circ$. Участвующие в процессе поглощения π -мезона нуклоны разлетаются на 180° (из-за Ферми движения нуклонов, импульса поглощаемого π -мезона и перерассеяния протона углом несколько размазан.). Если вклад механизма поглощения π -мезона в области $90^\circ < \psi < 180^\circ$ составляет $\approx 56\%$ для протонов с импульсами $0,18 < P < 0,6$ Гэв/с, то при исключении испарительных протонов (протоны с импульсами $P < 0,3$ Гэв/с) вклад механизма поглощения возрастает и составляет $\approx 75\%$.

Таким образом, на основе полученных данных можно сделать вывод, что кумулятивные протоны образуются в основном за счет двух механизмов: перерассеяния на внутриядерных нуклонах и поглощения π -мезона на паре нуклонов ядра.

В заключение можно отметить, что было бы интересно проверить по углу разлета протонов другие механизмы образования кумулятивных протонов (см. например работы [7—10]). Кроме того, в рамках КИМ можно исследовать механизм поглощения π -мезона более слож-

ными образованиями, такими как α -ассоциации. Учет α -кластеров снижает общую множественность, которая в расчетах получается выше, чем в эксперименте, и даст вклад в протоны средней энергии.

Литература

1. Лексин Г. А. В сб.: "Материалы II Межд. семинара по проблемам физики высоких энергий". ОИЯИ, Д1,2—12036, Дубна, 1979.
2. Комаров В. И., Мюллер Т. ОИЯИ, Р2—12208, Е2—12439, Дубна, 1979.
3. Горнов М. Г. и др. ЯФ, 1977 т. 25 с. 606.
4. Азимов С. А. и др. ОИЯИ, П1—8462, Дубна, 1974.
5. Ангелов Н. и др. ОИЯИ, Р1—11951, Дубна, 1978.
6. Балдин А. М. ЭЧАЯ, 1977, т. 8, с. 429.
7. Efremov A. V. INR, E2—9529, Dubna, 1976.
8. Стрикман М. И., Франкфурт Л. Л. ЭЧАЯ, 1980, т. 11, с. 571.
9. Amado R. D., Woloshyn R. M. Phys. Rev. Lett., 1976, 36, p. 1435.
10. Копелювич В. В. ЯФ, 1977, т. 26, с. 163.
11. Абдинов О. Б. и др. ОИЯИ, Р1—11820, Дубна, 1978.
12. Абдинов О. Б. и др. ЯФ, 1979, т. 30, с. 396.
13. Абдинов О. Б. и др. ОИЯИ, П1—81—469 Дубна, 1981.

Институт физики

Поступило 15. II 1982

О. Б. Абдинов

КУМУЛЯТИВ ПРОТОНЛАРЫН ЯРАЛМА МЕХАНИЗМЛЭРИН ТЭДГИГИ

Арха жарымкүрәжә доғру учан протонлар илэ галан протонларын арасындакы учуш бучагларынын спектрлэри мұхтәлиф импульс интервалларында тәдиг едилір. Каскад-бухарланма моделиндә һесаблиныб алынмыш нәтичәләр тәчрүбә илэ мұгајисә едилір. Белә протонларын мұхтәлиф јаралма механизмлэрини вердији пәјлар анализ едилір

O. B. Abdinov

INVESTIGATION OF THE MECHANISM OF PRODUCTION OF THE CUMULATIVE PROTONS

The work is devoted to the investigation of the spectra through studying the angles of emergence between the protons ($P_{\perp}$) emitted into the back hemisphere and other protons in different momentum ranges. The experimental data are compared with evaluations based on the cascade emission model. The contributions of different mechanism to the production process of protons emitted in the backward hemisphere are analyzed.

Р. А. АЛИЕВ, К. Р. АЛЛАХВЕРДИЕВ, акад. Э. Ю. САЛАЕВ,
Р. М. САРДАРЛЫ, Н. Ю. САФАРОВ, В. Я. ШТЕЙНШРАЙБЕР

УГЛОВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ЧАСТОТ ПОЛЯРНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ФОНОНОВ В TlSe И ЕГО СТРУКТУРНЫХ АНАЛОГАХ

Спектры инфракрасного (ИК) отражения TlSe, TlS и TlInSe₂ изучены авторами работ [1–3]. В [4] показано, что соединения являются структурными аналогами и кристаллизуются в пространственной группе симметрии D_{3h}^{13} . Анализ экспериментально наблюдаемого углового поведения частот полярных оптических фононов слоистых кристаллов группы AB^2C^6 проведен авторами работ [5,6] на основе теории, развитой в [7]. Экспериментальные результаты углового поведения ИК активных фононов в α -кварце интерпретируются в работе [8].

В перечисленных выше как экспериментальных, так и теоретических работах по угловому поведению частот ИК активных фононов анализируется случай, когда при углах $\theta = 0^\circ$ и 90° , т. е. при $\underline{E} \parallel \underline{C}$ ($\underline{K} \perp \underline{C}$) ($\underline{K}$ — волновой вектор падающего на кристалл света) и $\underline{E} \perp \underline{C}$ ($\underline{K} \parallel \underline{C}$), в полосе остаточных лучей проявляется по одному фонону. Кроме того, в этих работах пренебрегают учетом затухания фононов.

В настоящей работе теория, развитая в [7], обобщена на случай, когда в полосе отражения может проявиться более одного фонона, а также учтено влияние их затухания. Построены рассчитанные зависимости частот ИК активных фононов TlS и TlInSe₂ в функции угла θ между отражающей поверхностью и оптической осью кристаллов.

Кристаллы были выращены в вакуированных кварцевых ампулах методом Бриджмена. Образцы для измерений изготавливались разрезанием монокристаллических блоков под различными углами к оптической оси кристалла, подвергались механической полировке и имели площадь отражающей поверхности 15×10 мм². Измерения проведены на семи образцах селенида таллия, для которых углы между отражающей поверхностью и оптической осью $\underline{C}$ равны 0° ; 15° ; 30° ; 45° ; 60° ; 75° и 90° . Углы были измерены с помощью окружного гониометра ГС–5 с точностью $\pm 1^\circ$. Измерения спектров отражения проведены с использованием спектрофотометра FIS–3 (400 – 100 см^{–1}) и фурье спектрофотометра FS–720 (100 – 20 см^{–1}). Разрешение во всей области спектра было не хуже 2 см^{–1}. Точность определения частот ± 2 см^{–1}. Все измерения проведены в поляризованном свете при комнатной температуре и при нормальном падении света на поверхность кристалла. Оптические константы получены из анализа спектров отражения по соотношениям Крамерса–Кронига. Частоты про-

долных и поперечных оптических фононов определялись из максимумов функции $\text{Im} [-\epsilon^{-1}(\omega)]$ и мнимой части диэлектрической проницаемости.

На рис. 1 приведены геометрия эксперимента и спектры отражения селенида таллия, снятые от поверхностей, составляющих различные углы с оптической осью кристалла.

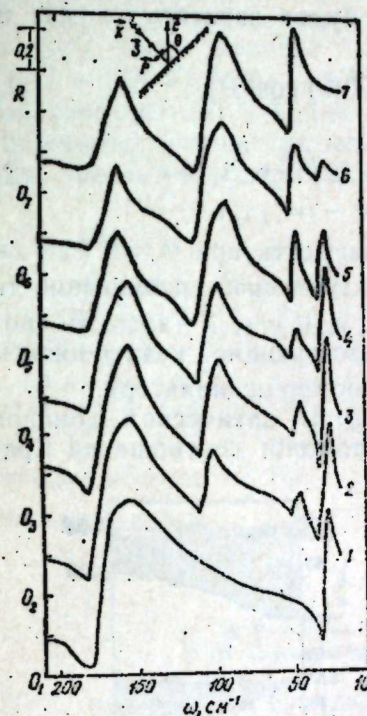


Рис. 1. Спектры отражения TlSe, измерение в р-поляризованном свете при $T=300$ К от поверхностей, составляющих различные углы с оптической осью кристалла $\underline{C}$: 1– 0° ; 2– 15° ; 3– 30° ; 4– 45° ; 5– 60° ; 6– 75° ; 7– 90° .

Характерные особенности углового поведения частот ИК активных фононов селенида таллия можно сформулировать следующим образом:

1. Спектры отражения, снятые в s-поляризованном свете (вектор электрического поля падающей световой волны перпендикулярен плоскости падения) при различных ориентациях отражающих поверхностей, относительно оси $\underline{C}$ совпадают друг с другом и выглядят в виде кривой 7 (рис. 1).

2. Спектры отражения, снятые в р-поляризованном свете (вектор электрического поля световой волны лежит в плоскости падения), существенно изменяются с изменением угла θ . С увеличением угла в спектрах отражения проявляются как фононы с симметрией типа A_{2u} , так и фононы с симметрией E_u . При этом, если согласно предсказаниям теории симметрии при $\theta = 0^\circ$ проявляются 2 A_{2u} и $\theta = 90^\circ$ 3 E_u фононов, то при всех промежуточных значениях (15° , 30° , 45° , 60° и 75°) наблюдаются 4 полосы отражения.

3. Угловую зависимость проявляют только частоты поперечных оптических фононов, в то время как частоты продольных оптических фононов практически не изменяются с изменением θ .

Анализ экспериментальных результатов проведен на основе теории длинноволновых оптических колебаний [9], обобщенной на случай одноосных кристаллов [7]. В работе [7] рассчитана угловая зависимость коэффициента отражения и показано, что выражение для R остается неизменным, если спектры измеряются в s -поляризованном свете. В случае, когда электрический вектор световой волны будет лежать в плоскости падения, выражение для коэффициента отражения усложняется, при этом $\epsilon(\omega) = \epsilon_1 + i\epsilon_2$ будет зависеть от угла θ и примет вид [7]:

$$\epsilon(\omega, \theta) = [\epsilon_{\parallel}^{-1}(\omega) \sin^2 \theta + \epsilon_{\perp}^{-1}(\omega) \cos^2 \theta], \quad (1)$$

где

$$\epsilon_{\parallel, \perp}(\omega) = \epsilon_{\infty, \perp}^{1, 2} \prod_{i=1}^n \frac{\omega_{\parallel, \perp, i}^2 - \omega^2 - i\omega\gamma_{\parallel, \perp, i}}{\omega_{\parallel, \perp, i}^2 - \omega^2 - i\omega\gamma_{\parallel, \perp, i}}, \quad (2)$$

$\epsilon_{\parallel, \perp}$ — комплексная диэлектрическая проницаемость при $\theta = 0^\circ (\parallel)$ и $\theta = 90^\circ (\perp)$, $\epsilon_{\infty, \perp}^{1, 2}$ — высокочастотная диэлектрическая проницаемость при $\theta = 0^\circ (\parallel)$, $\theta = 90^\circ (\perp)$. $\omega_{\parallel, \perp, i}$, $\omega_{\perp, \perp, i}$, $\gamma_{\parallel, \perp, i}$, $\gamma_{\perp, \perp, i}$ — частоты продольных и поперечных фононов и соответствующие коэффициенты затухания при $\theta = 0^\circ (\parallel)$ и $\theta = 90^\circ (\perp)$, i — номер осциллятора.

На рис. 2 точками представлены частоты оптических фононов полученные из спектров отражения при помощи соотношений Кра-

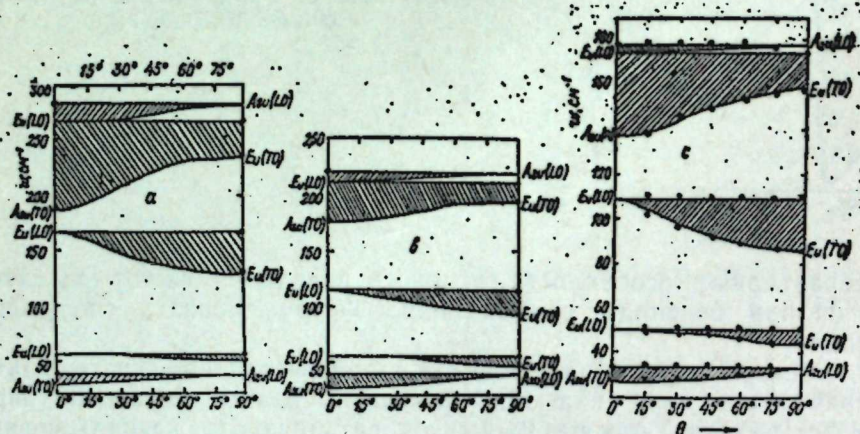


Рис. 2. Расположение полос полного отражения (заштрихованные области) от поверхности кристаллов TIS (а), TlInSe₂ (б), TlSe (с) в зависимости от угла θ .

мерса—Кронига. Сплошные линии на рис. 2, ограничивающие области полного отражения (заштрихованные области), получены с помощью расчетов на ЭВМ ЕС—1020 с применением вышеприведенных соотношений (1,2) при значениях коэффициентов затухания $\gamma_{\parallel} = \gamma_{\perp} = 0,01 \text{ см}^{-1}$.

Расчеты, проведенные с реальными значениями коэффициентов затухания ($\gamma_{\perp 1} = 12 \text{ см}^{-1}$; $\gamma_{\parallel 1} = 11 \text{ см}^{-1}$; $\gamma_{\perp 2} = 15 \text{ см}^{-1}$; $\gamma_{\parallel 2} = 2 \text{ см}^{-1}$), полученными из спектров отражения TlSe при $\theta = 0^\circ$ и 90° при помощи соотношений Крамерса—Кронига точно описывают экспериментальные результаты и в спектрах отражения не наблюдается области

прозрачности разделенной областью непрозрачности (область между высокочастотными $E_u(L0)$ и $A_u(L0)$ модами).

Таким образом, тот факт, что в экспериментах по угловой зависимости решеточного отражения TlSe в высокочастотных областях спектров не наблюдается полосы прозрачности, разделенной областью поглощения, связан с большими значениями коэффициентов затухания продольных оптических фононов в TlSe.

На рис. 2 (а, б) приводятся при помощи соотношений (1,2) зависимости полос полного отражения от угла θ для кристаллов TIS и TlInSe₂. При расчетах значения коэффициентов затухания принимались равными $0,01 \text{ см}^{-1}$. Точки на рис. 3 (а, б) — значения продольных и поперечных оптических фононов для TIS и TlInSe₂, взятые из работы [3] и используемые при расчетах.

Литература

1. Allakhverdiev K. R., Vinogradov E. A. et al. Phys. Stat. Sol. (b), 87, k 115, 1978.
2. Allakhverdiev K. R. et al. Intern. conf. on lattice dynamics, p. 95, Flamarion—Paris—1977.
3. Allakhverdiev K. R. et al. Solid State Commun., 36, p. 527, 1980.
4. Мам А. И., Имамов Р. М. и др. „Кристаллография“, 21, 628, 1976.
5. Абдуллаев Г. Б., Аллаxвердиев К. Р. и др. ФТТ, 21, 3, 1979.
6. Allakhverdiev K. R. et al. Phys. Stat. Sol. (b) 96, 177, 1979.
7. Лаг И. Г. и Пашабекова У. С. ФТТ, 6, 12, 3640, 1964.
8. Onstott J., Zucovsky G. J. Phys. Chem. Solids, 31, 2171, 1970.
9. Боев М. и Хуан К. Динамическая теория кристаллических решеток, ИЛ, 1958.

Институт физики

Поступило 6. X 1982

Р. Э. Әлиев, К. Р. Аллаxвердиев, Е. Ю. Салаев,
Р. М. Сәрдарлы, Н. Ю. Сәфаров, В. Ю. Штејншрайбер

TlSe вӘ онун гурулуш аналогларында поллар оптик фононларын бучаг асылылыгы

TlSe кристаллынын гәјтарма сәтһи вә оптик ох арасындакы бучагдан асылы гәфәс-гәјтарма спектри тәдгиг едилмишдир. Бу ишдә анизотроп кристалларда узундалгалы оптик рәгеләр нәзәријјәси сәнмә нәзәрә алынараг, бирдән чох осцилјатор һалы үчүн үмүмиләшдирилмиш вә тәчрүби асылылыглар бу нәзәријјә илә арашдырылмышдыр. Кәс-тәрилмишдир ки, TlSe-дә сәнмә әмсалынын бәјүк гүјмәтләриндә гәјтарма спектрләриндә удма областлары илә ајрылан шәффафлыг областлары мұшәһидә едилмәмәлидир. TIS вә TlInSe₂ кристаллар үчүн һесаблама вәситәсилә ИГ-актив фононларын тезли-јинин бучагдан асылылыгы гурулмушдур.

R. A. Aliev, K. R. Allakhverdiev, E. Yu. Salayev, R. M. Sardarly,
N. Yu. Safarov

ANGULAR BEHAVIOUR OF POLAR PHONON FREQUENCIES OF TlSe

The behaviour of the infrared-active lattice vibrations of TlSe single crystals was studied in case when the wave vector of incident light was inclined at an angle θ to the optical C axis. Angular behaviour of phonon frequencies is in good agreement with the theory of long-wavelength optical vibrations in anisotropic crystals. It is shown that a fine structure appears due to inclined incidence of the light to the reflected surfaces.

Ю. А. ВИДАДИ, С. А. САДРАДДИНОВ

ТЕРМОПОЛЕВАЯ ИОНИЗАЦИЯ ЛОВУШЕК ВО ФТАЛОЦИАНИНЕ

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

Перспективность применения в микроэлектронике органических полупроводников фталоцианинового класса определяется как технологическими особенностями (сублимация при умеренной температуре, термостойкость и т. д.), так и электрическими параметрами [1, 2]. В некоторых из них наблюдается такое трудносочетаемое для неорганических полупроводников свойство, как весьма низкая проводимость ($\sigma < 10^{-11} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$) при величии относительно малой инерционной фотопроводимости ($\tau < 10^{-4} \text{ с}$) с достаточно большой кратностью [1, 3].

Для изучения фталоцианинов чаще всего привлекается метод токов, ограниченных пространственным зарядом (ТОПЗ) [4], с помощью которого установлены их известные ныне основные электрические параметры [1]. Этот метод одним из первых был применен для изучения фталоцианина (Фт) [4, 5]: на монокристаллах Фт с электродами из серебра наблюдались вольтамперные характеристики (ВАХ) с омическим участком, переходящим в суперлинейную. Этими работами было положено начало интерпретации таковых характеристик структур на основе органических полупроводников с помощью выводов теории ТОПЗ.

В настоящее время считается твердо установленным, что при отсутствии в структуре блокирующего контакта нелинейная ВАХ во фталоцианине, а также в его комплексах является результатом инжекции носителей тока из электрода [4, 6—9]. Некоторые из этих характеристик включены в монографию [4] в качестве примера экспериментального наблюдения ТОПЗ.

Проведенными нами исследования электрических свойств структур на основе сублимированных слоев фталоцианина показали, что нелинейная ВАХ является результатом не инжекции носителей тока из электрода [4, 5, 8], а их термополевой эмиссии из ловушек (эффект Френкеля — $I_{\text{ФФ}}$). Кроме того, мы снова анализируем экспериментальные результаты работ [5, 8, 9] по изучению Фт и показываем, что эти результаты следует объяснить не в терминах ТОПЗ, а термополевой эмиссией носителей тока из ловушек.

Слой фталоцианина с толщиной $d = 0,5\text{—}2,2 \text{ мкм}$ готовился термической сублимацией в вакууме $\approx 10^{-5}$ тор и имели симметрич-

ные электроды из серебра. Эти электроды также получались путем вакуумного напыления. Перед началом измерений образцы подвергались термической тренировке в вакууме $\approx 10^{-5}$ тор при 413 К.

Анализ емкостных характеристик позволяет установить распределение приложенного напряжения в структурах металл/полупроводник/металл [10, 11]. Измерение зависимости емкости C структуры от толщины слоя Фт показало, что $C^{-1} \sim d$. Кроме того, измеренная на частоте 10^3 Гц емкость образца в интервале 298—410 К практически не зависит от температуры. Эти результаты свидетельствуют об отсутствии в структуре скачков потенциала. В этом случае электрическое поле в слое Фт определяется отношением приложенного к структуре напряжения u к его толщине d ($F = u/d$).

ВАХ структуры при 298 и 403 К приведены на рис. 1. При малых u зависимость тока I от u линейная. При более высоких u эта зави-

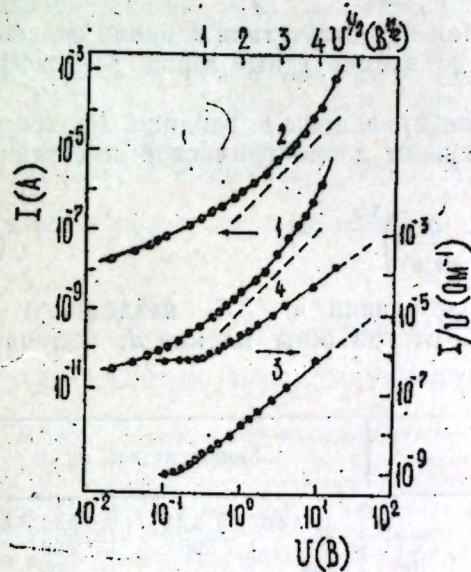


Рис. 1. Зависимости для структуры $\text{Ag}(\text{Фт})\text{Ag}$ тока I от напряжения u (1 и 2) и I/u от $u^{1/2}$ (3 и 4) при 298 (1 и 3) и 403 К (2 и 4). Толщина пленки Фт — 0,72 мкм.

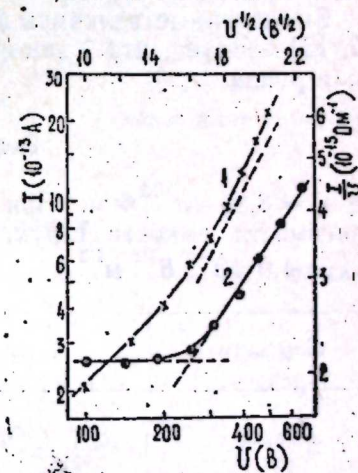


Рис. 2. ВАХ для структуры с монокристаллом Фт (1), взятая из [4, 5] и построенная по этим данным зависимость I/u от $u^{1/2}$ (2). Толщина монокристалла Фт — 200 нм, электроды — серебряная паста.

симость становится суперлинейной. В рассматриваемом диапазоне напряжений ток увеличивается на 6 порядков (при 298 К), однако в характеристике четкая квадратичная зависимость I от u отсутствует. В некоторых случаях к образцу кратковременно подавалось напряжение, близкое пробивному. Даже в этом случае характерный полному заполнению ловушек резкий рост тока, переходящий к "безловушечной" квадратичной зависимости I от u [1, 4] не наблюдается.

На рис. 1 характеристики структуры $\text{Ag}(\text{Фт})\text{Ag}$ приведены в френкелевских координатах. В этом случае можно выделить участки, в которых отношение I/u постоянно (область малых u) и экспонен-

циально возрастает при повышении $u^{1/2}$ (область больших u). При увеличении температуры T наклон линейного участка α уменьшается, пока до величина αT остается постоянной. Измерения на структурах с различной толщиной пленки Фт показали, что при постоянной температуре наклон α с ростом d также уменьшается ($\alpha \sim d^{-1/2}$). Из этих результатов следует, что независимо от температуры и толщины пленки в пределах точности измерений выполняется соотношение

$$\alpha \cdot T \cdot d^{1/2} = \text{const.} \quad (1)$$

Их значения приводятся в таблице. Такой результат означает, что в сильном поле доминирующим становится термополевая ионизация ловушек (эффект Френкеля—Пула) [12] и ток в структуре от u , d и T зависит как

$$I \sim \frac{u}{d} \exp \left(- \frac{E_0 - q \beta u^{1/2} / a^{1/2}}{\kappa T} \right),$$

где E_0 —энергия ионизации ловушек при отсутствии влияния сильного поля, κ —постоянная Больцмана, q —элементарный заряд, β —коэффициент Френкеля—Пула.

Вычисленные величины β также приведены в таблице. Из теории [12, 13] следует, что β зависит лишь от диэлектрической постоянной ϵ материала:

$$\beta_{\text{теор}} = \left(\frac{q}{\pi \epsilon_0 \epsilon} \right)^{1/2} \quad (2)$$

где $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. При использовании $\epsilon = 3,5$, найденного из зависимости емкости структуры C от толщины пленки d , получаем $\beta_{\text{теор}} = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ В}^{1/2} \text{ м}^{1/2}$.

Параметр	Пленка фт			Монокристалл фт		
d (мкм)	0,71	0,71	2,2	по рис. 5 в [5]		по рис. 3 в [5]
T (К)	298	403	408	200	200	200
ϵ	35	3,5	3,5	298	332	298
$\alpha \cdot T d^{1/2} (10^{-4} \text{ м}^{1/2} \text{ К}^{-1})$	3,0	3,0	3,0	5,22	5,38	5,10
$\beta (10^{-5} \text{ В}^{1/2} \text{ м}^{1/2})$	4,71	4,74	4,83	4,46	4,65	4,37
$\beta_{\text{теор}} (10^{-5} \text{ В}^{1/2} \text{ м}^{1/2})$	4,05	4,08	4,10	4,37	4,37	4,37
$\beta / \beta_{\text{теор}}$	4,0	4,0	4,0	1,02	1,06	1,00

Из приведенных в таблице величин $\beta / \beta_{\text{теор}}$ видно, что согласие между экспериментальными результатами и расчетными достаточно хорошее. Из этого можно заключить, что суперлинейная ВАХ структуры обусловлена эффектом Френкеля—Пула в пленке Фт, а выполнение соотношения (1) следует принять в качестве критерия доминирующего вклада в проводимость термополевой ионизации ловушек.

Результаты исследования токопрохождения в монокристаллах Фт приведены в [5, 9]. В них нелинейные ВАХ объясняются предположением монополярной инжекции из электрода носителей тока в моно-

кристалл Фт, хотя признаки ТОПЗ в характеристиках отсутствуют. Приведенная на рис. 2 ВАХ взята из [5]. Пользуясь данными [5] и [9], мы установили зависимость I/u от $u^{1/2}$. Оказалось, что в области $F > 10^6$ В/м эта зависимость линейная, причем хорошо выполняется соотношение (1), а установленные значения коэффициента β при 298 и 332 К соответствуют его расчетной величине. Эти данные приведены в таблице. Несколько увеличенное значение β для монокристаллов связано с тем, что для них диэлектрическая постоянная $\epsilon = 3,0$ [9].

Литература

1. Гутман Ф., Лайонс Л. Органические полупроводники. М., "Мир", 1976, с. 537.
2. Fu-Ren Fan, Faulkner L. R. J. Chem. Phys., 1978, v. 69, № 7, p. 3334.
3. Мыльников В. С., Пудейко Е. К. Физика тв. тела, 1962, т. 4, № 3, с. 772.
4. Ламперт М., Марк П. Инжекционные токи в твердых телах. М., "Мир", 1973, с. 128.
5. Heilmeyer G. H., Warfield G. J. Chem. Phys., 1963, v. 38, № 1, p. 163.
6. Sussman A. J. Appl. Phys., 1967, v. 38, № 7, p. 2738.
7. Hamann C. Phys. Stat. Sol., 1968, v. 26, № 1, p. 311.
8. Delacote G., Fillard J. P. Solid State Commun., 1965, v. 4, № 2, p. 137.
9. Barbe D. F., Westgate C. R. J. Chem. Phys., 1970, v. 52, № 8, p. 4046.
10. Vidadi Yu. A., Kochari K. Sh., Barkhalov B. Sh., Sadraddinov S. A. Phys. Stat. Sol. (a), 1976, v. 34, № 1, p. k77.
11. Nadkarni G. S., Simmons J. G. J. Appl. Phys., 1976, v. 47, № 1, p. 114.
12. Френкель Я. И. Сочинение избранных трудов, т. 2, Л., АН СССР, 1958, с. 217.
13. Hill M. R. Phil. Mag., 1971, v. 23, № 181, p. 59.

Инженерно-строительный институт

Поступило 4. VII 1982

Л. Э. Видади, С. Э. Садраддинов

ФТАЛОЦИАНИНДЭ ТУТМА МЭРКЭЗЛЭРИНИН ТЕРМОСАҺЭ ИОНЛАШМАСЫ

Күмүш (фталосианин) күмүш структурунда чэрэжан кечмәсинин тәдқиғи јолу илә илк дәрә мәрәјән едилмишир ки, чэрәјанин кәркиликлән гәјри-хәтти асылылығы мұхтәлиф мәрәјлифләрин гәбул етдикләр чэрәјани дашыјычыларынын електродлардан инжексиясы нәтијәсн дејил, онларын тутма мәркәзләриндән термосаҺә емиссиясы (Френкел-Пул еффеќти) һесабына олур. Фталосианин монокристаллары әсасындакы структурлар үчүн әдәбијатдан мәлум олан гәјри-хәтти чэрәјан хәрәкәристикалары да Френкел-Пул емиссиясы терминләриндә анализ едилер. Алынған нәтијәләр нәзәријә илә ујғун кәлир.

Yu. A. Vidadi, S. A. Sadraddinov

THERMAL-FIELD IONIZATION OF TRAPS IN PHTHALOCYANINE

A study of the passage of current in the silver (phthalocyanine) structure has shown for the first time that the nonlinear dependence of current on voltage is not the result of current-carrier injection from the electrode, used repeatedly to interpret the current characteristics of phthalocyanine structures, but the result of thermal-field emission of current carriers from traps (the Frenkel—Poole effect). Published nonlinear current characteristics of structures based on phthalocyanine single crystals are also analyzed in terms of the Frenkel—Poole emission. The results obtained are in good agreement with theoretical conclusions. A relatively simple criterion is suggested as a check of the agreement between theory and the experimental results obtained in various specimens at different temperatures.

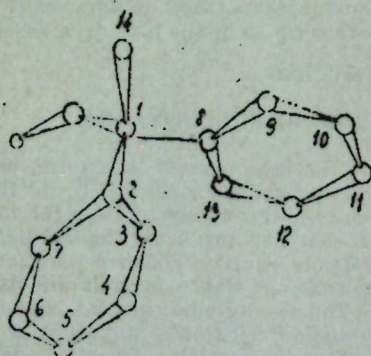
А. Н. ШНУЛИН, Б. Ю. СУЛТАНОВ, член-корр. Х. С. МАМЕДОВ

СТРОЕНИЕ 1,1-ДИФЕНИЛЭТАНОЛА-1

Известно, что увеличение радикала в молекуле приводит к понижению температуры плавления. Однако для ряда соединений с формулой $(C_6H_5)_2C \begin{smallmatrix} OH \\ R \end{smallmatrix}$ (где $R = CH_3, C_2H_5, C_3H_7, C_4H_9$) подобная закономерность не соблюдается. Температура плавления указанных соединений равна 79, 95, 64, 56°C соответственно. Данные ИК спектров указывают на то, что OH группа всех указанных спиртов образует H-связи полимерного типа, а в случае $R = C_2H_5$ H-связи, возникающие между этими группами или OH группой и π -электронами ароматического кольца, приводят к образованию димерных ассоциатов.

С другой стороны, очевидно, что температура плавления должна расти по мере увеличения относительного числа водородных связей [1]. Этот факт также противоречит указанным спектральным данным. Ясно, что для полного понимания наблюдаемого аномального поведения, необходимы точные структурные данные о строении кристаллов этих соединений, а точнее, об их структурных различиях, сведения о которых отсутствуют. С этой целью решено провести их полный рентгеноструктурный анализ. В этой работе приведены результаты структурного исследования метильного производного.

Кристаллы исследованного соединения принадлежат тетрагональной сингонии. Параметры элементарной ячейки: $a = 17,270$ (17), $c = 7,665$ (6) Å, $V = 2286$ Å³, $Z = 8$; простр. группа $P4_2$, с, излучение молибденовое. Число отражений 636. $d_{\text{выч}}^{-1} = 15$ г/см³, $d_{\text{изм}} = 1,20$ г/см³. Экспериментальный набор F_{hke}^2 получен на автодифрактометре



Молекулярная структура 1,1-дифенилэтанол-1

Кристаллы исследованного соединения принадлежат тетрагональной сингонии. Параметры элементарной ячейки: $a = 17,270$ (17), $c = 7,665$ (6) Å, $V = 2286$ Å³, $Z = 8$; простр. группа $P4_2$, с, излучение молибденовое. Число отражений 636. $d_{\text{выч}}^{-1} = 15$ г/см³, $d_{\text{изм}} = 1,20$ г/см³. Экспериментальный набор F_{hke}^2 получен на автодифрактометре

„СИНТЕКС Р21“. Структура определена прямыми методами и уточнена методом наименьших квадратов в анизотропном и H-изотропном приближениях. Молекулярная структура соединения приведена на рисунке. Кристаллическая структура состоит из тетрамеров, образуемых H-связями между OH группами, собранными вокруг оси $\bar{4}$, чем объясняется кристаллизация этого соединения и сингоний с пространственной группой симметрии $P4_2$, с, вообще говоря, не характерной для кристаллов органических соединений. Таким образом, точно определено число молекул, образующих ассоциат. Такой тип организации тетрамеров наблюдается также в других соединениях, содержащих OH группы, в частности, в *n*-крезоле [2] и β -резорцине [3]. В первом соединении, однако, точечной группой симметрии тетрамера является I .

В исследованной нами структуре выполнен тип организации, при котором гидрофильные фрагменты молекул в виде OH групп надежно укрыты от их гидрофобных частей. По-видимому, такие тетрамерные ассоциаты должны уже образовываться в концентрированных растворах с гидрофобными растворителями (например, гексан), из которых выпадают кристаллы. Между углеродными фрагментами молекул осуществляются только вандерваальсовы взаимодействия.

Литература

1. Пиментел Дж., Мак-Клеллан О. Водородная связь, М., „Мир“, 1964.
2. Bois C. Acta Cryst., B. 26, 2036, 1970.
3. Китайгородский А. И. Молекулярные кристаллы. М., „Наука“, 1971.

Азгосуниверситет им. С. М. Кирова

Поступило 5. VII 1982.

А. Н. Шнулин, Б. Ю. Султанов, Х. С. Мамедов

1,1-ДИФЕНИЛЭТАНОЛ-1-ин ГУРУЛУШУ

Мәғаләдә 1,1-дифенилэтанолун гурулуш арашдырмаларынын нәтижәләри верилмишдир. Кестәрилмишдир ки, онун кристаллик гурулушу $\bar{4}$ оху әтрафына топланмыш OH-группалары арасындакы гидроген рабитәсинин эмәлә кәтирдийи тетрамерләрдән ибарәтдир. Гуршанан (ассоснасијаја кирән) молекулларын да сајы дәгиг тапылмышдыр.

A. N. Shnulin, B. Yu. Sultanov, Kh. S. Mamedov

THE STRUCTURE OF 1,1-DIPHENYLETHANOL-1

The results of the crystal structure investigation of 1,1-diphenylethanol-1 (1) have been given. It is shown, that the crystal structure (1) consists of tetramers, formed by H-bondings between OH-groups, collected about $\bar{4}$ axis. A number of molecules forming a given associate was determined. The constants of unit cell are the following: $a = 17.270$ (17), $c = 7.665$ (6), $V = 2286$ Å³, $Z = 8$, space group $P4_2$, c.

Член-корр. АН СССР Ю. В. РИЗНИЧЕНКО, Ф. Т. КУЛИЕВ

МАКЕТ КАРТЫ ДЕТАЛЬНОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНА ПО МИКРОСЕЙСМИЧЕСКОЙ СОТЯСАЕМОСТИ

В основу построения карты детального сейсмического районирования (ДСР) территории СССР заложен единый метод общего сейсмического районирования (ОСР) выделения зон возможного возникновения очагов сильных землетрясений по комплексу данных сейсмологии, геологии и геофизики. Работы по ДСР Азербайджана выполнены и результаты их представлены в виде макета карты ОСР [1]. Не перечисляя подробностей построения карты ДСР, отметим, что она является результатом совместного анализа пространственного распределения очагов сильных землетрясений ($\sigma_K \geq 10$), карт сейсмической активности A и K_{max} за различные интервалы 1931—1976 гг., пространственно-временного хода параметров сейсмического режима (A_{10} , γ , R), карт сейсмической сотрясаемости B_i для 7,8 и 9 баллов сводной карты наблюдаемых и теоретических изосейст, уравнений макросейсмического поля (и других) и данных об историко-тектоническом районировании, разломной тектонике, новейших современных движениях, аномалиях геофизических полей, многомерных корреляционных связях сейсмоактивности с геофизическими полями (и т. д.) с целью уточнения региональных критериев выделения зон возможного возникновения сильных землетрясений и дифференциации этих зон по уровню сейсмоактивности A_{10} , наклона графика повторяемости γ , ожидаемой магнитуде сильных землетрясений M_{max} и повторяемости сотрясений B_i . Карта ДСР, вобравшая в себя и учитывающая всю сейсмологическую и геолого-геофизическую информацию, явилась одним из исходных материалов при использовании разработанной методики детального сейсморайонирования по макросейсмической сотрясаемости. Вторым исходным материалом являются карты макросейсмической сотрясаемости (МСС) республики для 7,8 и 9 баллов [2].

Операции по построению макета карты ДСР сводились в основном к следующему.

Карты ДСР и МСС разбиваются на достаточно густые одинаковые сетки. Причем на карту ДСР (рис. 1), помимо имеющихся изолиний 6-го, 7-го, 8-го балла путем интерполяции результатов анализа комплекса всех данных, а также с использованием уравнений макросейсмического поля для Азербайджана, очерчиваются изолинии 6,5, 7,5 и 8,5 баллов интенсивности. На узловых точках сеток соответствующих карт МСС наносятся цифровые значения средних периодов сотрясений T_{cp} каждой соответствующей интенсивности J . Затем по значениям T_{cp} узловых точек каждой карты МСС (6-го, 7-го и 8-го балла) и карты ДСР строятся графики зависимости T_{cp} ($1/B$) от J . По этим графикам (рис. 2 а, б, в) определяются граничные значения T , выделяю-

щие зоны соответствующей интенсивности J . Например, зону интенсивности $J=8$ баллов в этом случае из графика $T(1/B) = f(J_s)$ выделяются по значениям T_{cp} , заключенным в интервале T для $7,5 \div 8,5$ баллов. Таким же образом зоны 7-го балла выделяются по значениям T , заключенным в интервале $8,5 \div 7,5$, а зона 6-го и 9-го баллов по значениям T для $J < 6,5$ и $J \geq 8,5$ баллов соответственно.

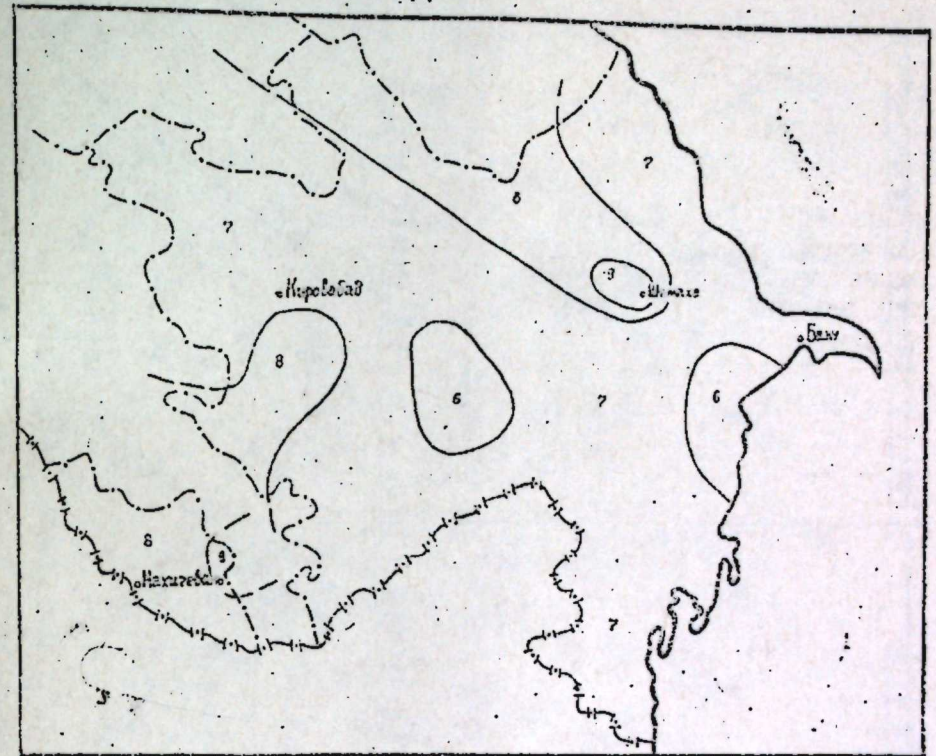


Рис. 1. Макет карты детального сейсмического районирования Азербайджанской ССР, составленная с учетом сейсмологической и геолого-геофизической информации (по методу общего СР), Составители: Ф. Т. Кулиев, Э. Ш. Шихалибеги, Ф. С. Ахмедбеги, В. А. Каспаров.

При корреляции T_{cp} и J в случаях $T > 20000$ лет эти значения T выводились за пределы оси абсцисс. Вообще на картах СР и ДСР изолинии различной интенсивности обычно проводятся для целых значений баллов. Поэтому по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \lg T_{7,5} &= \frac{1}{2} (\lg T_7 + \lg T_8) \text{ или } T_{7,5} = \sqrt{T_7 \cdot T_8}, \\ \lg T_{8,5} &= \frac{1}{2} (\lg T_8 + \lg T_9) \text{ или } T_{8,5} = \sqrt{T_8 \cdot T_9} \text{ или } T_{8,5} = \sqrt{T_8^3 / T_7}, \\ \lg T_{6,5} &= \frac{1}{2} (3 \lg T_7 + \lg T_2) \text{ или } T_{6,5} = \sqrt{T_7^3 / T_8} \end{aligned} \right\} (1)$$

рассчитаны и нанесены среднегеометрические значения периодов сотрясений с интенсивностью 7,5; 8,5 и 6,5 баллов на узловые точки таких же сеток, на которые разбиты карты ДСР и МСС. Подобным образом получаются три как бы основы для проведения изолиний соответствующей вероятностной интенсивности.

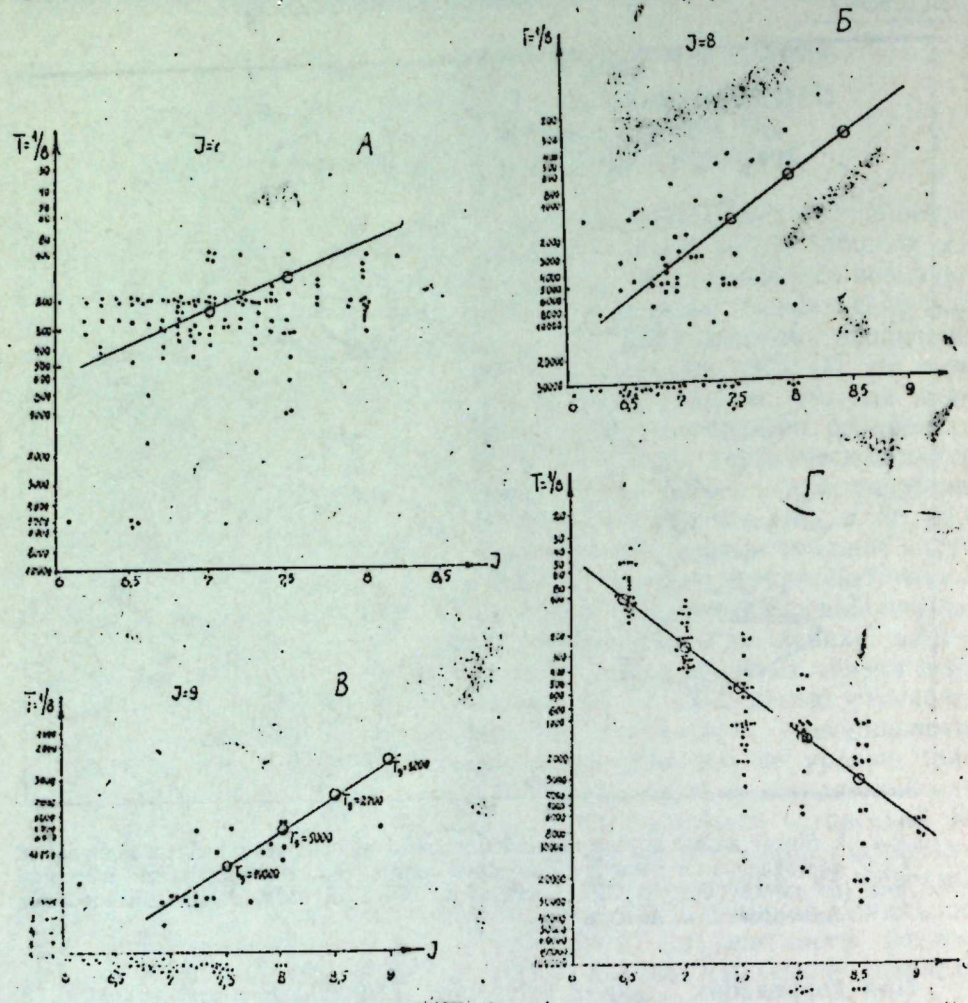


Рис. 2. Графики зависимости средних периодов сотрясений от интенсивности: а — для $J=7$; б — для $J=8$; в — для $J=9$ баллов; г — сводный график для $J=6,5-9,0$

С целью контроля и конечной оценки значений $T_{ср}$ строится сводный график $T_{ср}=(J_{6,5-9,0})$ с разбивкой оси абсцисс на каждые 0,5 балла (рис. 2, г). Из этого сводного графика определяются конечные значения $T_{ср}$ для интенсивности 6,5, 7,5 и 8,5 баллов, т. к. границей зон интенсивностей $J=6$ и $J=7$ баллов по карте сотрясаемости будет изолиния $T_{ср}=6,5$, границей зон $J=7$ и $J=8$ баллов — изолиния $T_{ср}=7,5$ и границей зон $J=8$ и $J=9$ баллов — изолиния $T_{ср}=8,5$.

Границы этих зон проводятся на соответствующих картах сотрясаемости, пересчитанных по формулам (1), по соответствующим значениям $T_{6,5}=100$, $T_{7,5}=500$ и $T_{8,5}=2700$ лет. Затем, построенные

таким образом карты с соответствующими границами зон искомой вероятностной интенсивности обобщаются и получают макет карты детального сейсмического районирования по данным о макросейсмической сотрясаемости с учетом сейсмологической и геолого-геофизической информации.

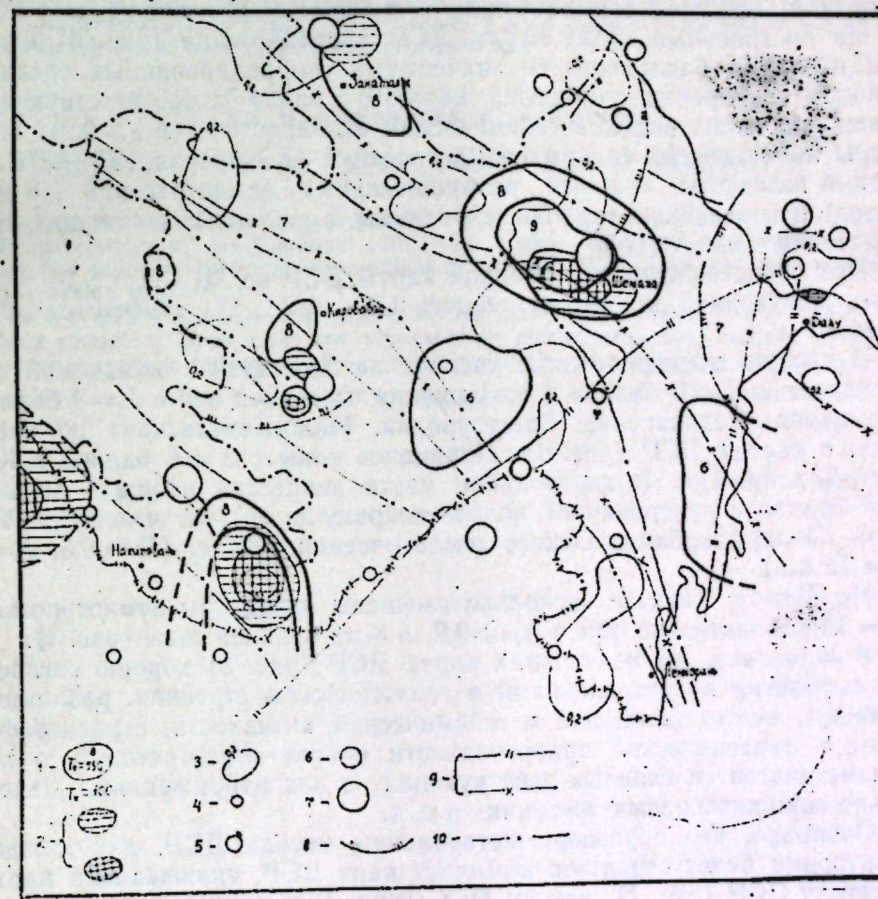


Рис. 3. Макет карты детального сейсмического районирования по макросейсмической сотрясаемости с учетом сейсмологической и геолого-геофизической информации: 1 — изолинии бальности со средними периодами T_J повторения сотрясений соответствующей интенсивности; 2 — изолинии 8-го (а) и 9-го (б) баллов сильных землетрясений соответственно за 427—1976 гг.; 3 — зоны сейсмической активности с $A_{10} > 0,2$; 4, 5, 8 и 7 — эпицентры землетрясений с $K=14, 15, 16$ и 17 соответственно (очаги в пределах земной коры); 6 — флекстуры; 9 — дислокации, возможно разломной природы (а — линейной выраженные и б — по данным аномалий геофизических полей); 10 — разломы герцинские, мезозойские, современные.

Отметим, что в ряде случаев (отсутствия карты сейсмической сотрясаемости для 6 баллов, малых площадей зон 9 баллов и других по карте ДСР и т. п.), модификации формул (1) можно получить из сводного графика $T=f(J)$, как это сделано в нашем случае для $T_{6,5}$.

Из графика (рис. 2, г) видно, что

$$\lg T_{6,5} = \lg T_7 - \frac{1}{2} (\lg T_8 - \lg T_7) = \frac{3}{2} \lg T_7 - \lg T_8;$$

$$\lg T_{6,5} = \frac{1}{2} 3 \lg T_7 - \lg T_8 \text{ или } T_{6,5} = \sqrt{T_7^3 T_8}.$$

Аналогично при необходимости получают выражения и для $T_{8,5}$.

На построенный макет карты ДСР Азербайджана (рис. 3) нанесены изолинии балльности со значениями скоррелированных средних периодов повторения сотрясений каждого балла у соответствующих границ зон, зоны высокой сейсмической активности ($A_{10} \geq 0,2$), эпицентры наблюдаемых сильных землетрясений ($K \geq 14$) за 427—1976 гг., сводные изосейсты сильных разрушительных землетрясений (8 и 9 баллов) и главнейшие глубинные разломы, выделенные по геолого-геофизическим данным [1, 2].

При сопоставлении построенной карты ДСР по МСС (рис. 3) с таковой, полученной по методу общего СР (рис. 1), отмечается следующее.

В первую очередь заметно увеличение площадей с ожидаемой интенсивностью $J=9$ баллов и сокращение площадей зон с $J=8$ баллов (Шемахино—Белоканская, Зангезурская, Мало-Кавказская) по сравнению с картой ДСР (рис. 1). Появились зоны с $J=6$ баллов в Куринской депрессии. В центральной части депрессии площадь зоны с $J=6$ баллов в приграничной полосе сокращена за счет изосейсты VII балла Южно-Азербайджанского землетрясения 1924 г. ($M=6,6$, $J_0=7$ и $h=75$ км.)

На Малом Кавказе несколько смещены эпицентры землетрясений с $K=16$ относительно зон с $A_{10} \geq 0,2$ и 8-ми балльной зоны (рис. 3).

В остальном же полученная карта ДСР (рис. 3) хорошо согласуется с общими представлениями о геологическом строении, разломной тектонике, неотектонической и сейсмической активности, стратиграфической и тектонической приуроченности очагов землетрясений, о механизме очагов и главных действующих в них напряжениях, максимально возможных землетрясениях и т. д.

Очевидно, что с усовершенствованием метода ДСР, для каждой территории будет строиться комплект карт ДСР, включающий карты по методу ОСР (рис. 1), методу МСС (рис. 3) и другие, а также карту ДСР, построенную на основе данных о спектральной сотрясаемости.

Несомненно, подобные карты детального сейсморайонирования следует строить на основе прогнозных карт долговременной сейсмической опасности по комплексу данных сейсмологии, геологии и геофизики.

Литература

1. Кулиев Ф. Т., Шихалибейли Э. Ш., Ахмедбейли Ф. С. В кн. «Сейсмическое районирование территории СССР». «Наука». М., 1980. 2. Кулиев Ф. Т. В кн. «Сейсмическая сотрясаемость территории СССР», «Наука». М., 1979.

Институт геологии

Поступило 30. IV 1981

Ж. В. Ризниченко, Ф. Т. Гулиев

АЗЕРБАЙДЖАНЫН ДЭГИГ СЕЙСМИК РАЙОНЛАШДЫРМА ХЭРИТЭСИННИН МАКЕТИ

Магаләдә дэгийг сейсморајонлашдырма хэритэлэри гурулмасынын јени методик принциплэри тэсвир едилир. О, ЕНМ һесаблимыш макросеймик титрәмэ хэритэлэринин сейсмоложи, геоложи вэ геофизики мәлүматлара әсасән гурулмуш дэгийг сейсморајонлашдырма хэритэлэри илә мүгајисәсинә әсасланыр.

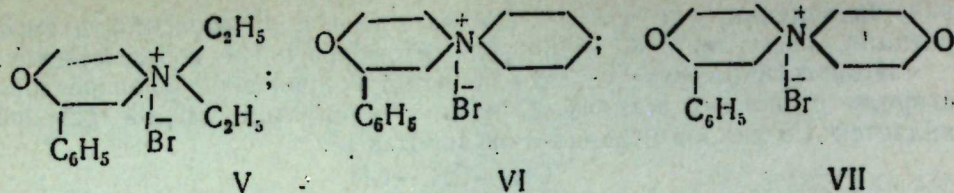
Нәтичәдә мувафиг интенсивликли зәлзәләдән көзләнилән титрәмәнин тәкрарынын орта гиймәти изохәтләрлә ајрылмыш 6 балдан 9 бала гәдәр интенсивликли сәһәлэрин јени дэгийг сеймик рајонлашдырма хэритәси алыныр.

Yu. V. Ryznichenko, F. T. Kuliyeu

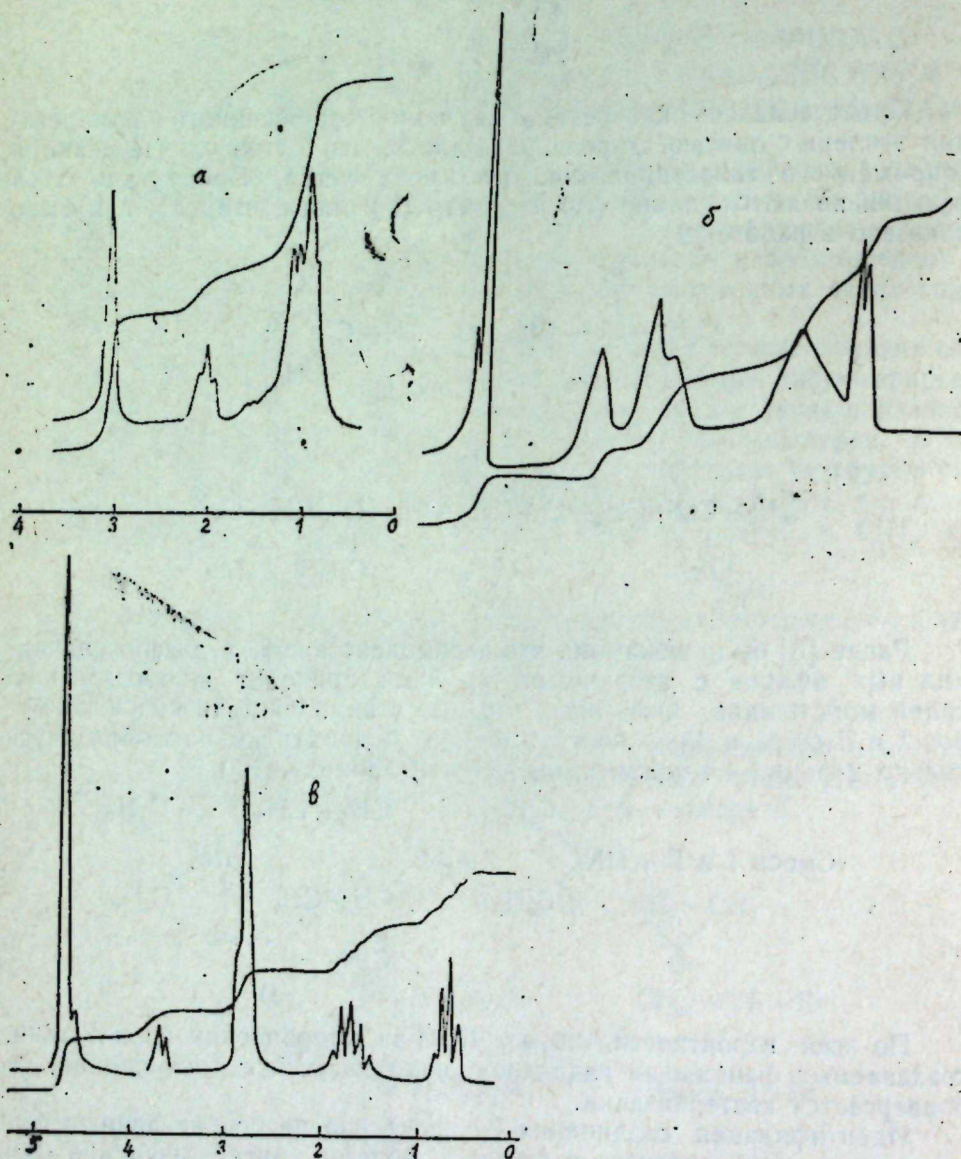
MODEL OF DETAILED SEISMIC ZONING MAP OF AZERBAIJAN

A new method of mapping of detailed seismic zoning is described. It is based on the correlation of macrosismic vibration maps, calculated by computers, with the detailed seismic zoning map compiled on the basis of seismological, geological and geophysical data.

As a result, a new detailed seismic zoning map with intensity zones from 6 to 9 has been compiled. These zones are separated by mean frequency, isolines of expected vibrations which depend on the earthquakes of the corresponding intensity.

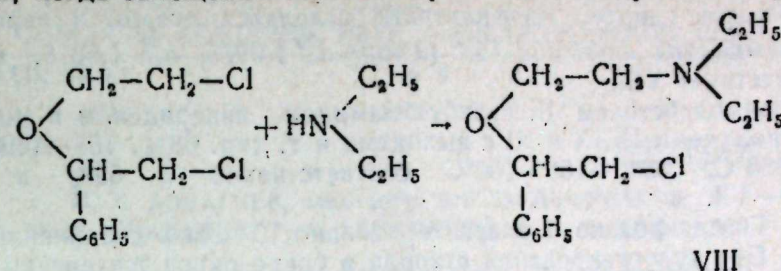


В отличие от соединения I его хлорсодержащий аналог III при взаимодействии с диэтиламином приводит к образованию только моно-



«Сопряженное галогенирование стирола...»
 а — ПМР-спектр 1,5-дибром-2-фенил-3-оксапентана; б — ПМР-спектр 2-фенил-4,4'-дибутилморфолинийбромид; в — ПМР-спектр 1-хлор-2-фенил-5-диэтиламино-3-оксапентана.

замещенного продукта. В литературе [4] имеются сведения о таких случаях, когда замещение галогена происходит следующим образом:



Строение соединения VIII доказано на основе данных физико-химических анализов, а также изучением его ПМР-спектра (рисунок в).

Взаимодействием III с дибутиламином, пиперидином и морфолином синтезированы соединения IX, X и XII.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ПМР-спектры сняты на приборе BS 487 С с рабочей частотой 80 мГц, растворитель — четыреххлористый углерод, эталон — ТМС.

1. Бромирование стирола в среде оксирана. К смеси 44 г окиси этилена (1 моль), 26 г стирола (0,25 моля) и 100 мл четыреххлористого углерода прибавляли 40 г (0,25 моля) брома и перемешивали в течение часа при температуре -15 — -20° . После отгонки избытка окиси этилена, четыреххлористого углерода и дибромстирола была выделена фракция: 132 — 133° (2 тор), d_4^{20} 1,6228, n_D^{20} 1,5692, которая соответствует смеси дибромэфиров I и II.

Найдено, %: С—39,06; Н—3,70; Br—51,89; М—307,2; MR_D —62,19; $C_{10}H_{12}OBr_2$. Вычислено, %: С—38,96; Н—3,89; Br—51,94; М—308; MR_D —63,52. Полученная смесь исследована методом ПМР-спектроскопии.

2. Сопряженное хлорирование стирола с окисью этилена было проведено аналогично. Получена фракция с т. кип. 114 — 116° (2 тор) n_D^{20} 1,5329; d_4^{20} 1,2152, которая соответствует III.

Найдено, %: С—54,48; Н—5,65; Cl—32,39; М—218,5; MR_D —56,88; $C_{10}H_{12}OCl_2$. Вычислено, %: С—54,79; Н—5,48; Cl—32,42; М—219; MR_D —57,76.

3. 2-Фенил-4,4'-дибутилморфолинийбромид (VI). Смесь 16,2 г (0,05 моля) I и II, 20 г (0,15 моля) дибутиламина растворяли в 50 мл пропилового спирта и нагревали в течение 12 часов при температуре кипения спирта. После чего прибавили раствор 2,8 г едкого калия в пропиловом спирте. Осадок отделяли. Фильтрат отгоняли досуха. Кристаллический осадок промывали эфиром и сушили в вакууме. Полученный продукт соответствует IV.

Аналогичным образом были получены соединения V, VI и VII: 2-фенил-4,4'-диэтиламорфолинийбромид (V). Выход 60%, т. пл. 210° С; 2-фенил-3-окса-6-азониаспирундеканбромид (VI). Выход 72%, т. пл. 206° С; 2-фенил-3,9-диокса-6-азониаспирундеканбромид (VII). Выход 68%, т. пл. 154° С.

4. 1-Хлор-2-фенил-5-диэтиламино-3-оксапентан VIII. Смесь 12 г (0,05 моля) соединения III, 10 г (0,25 моля) диэтиламина и 50 мл про-

пилового спирта нагревалась в течение 18 часов при температуре кипения смеси. После чего прибавляли раствор 2,8 г едкого калия в пропиловом спирте. Из фильтрата отделялся осадок и перегонкой была выделена фракция: 153° (2 тор) d_4^{20} 1,0975; n_D^{20} 1,5215, которая соответствует VIII.

Взаимодействием III с дибутиламином, пиперидином и морфолином получены IX, X и XI с выходами и т. кип. 68%, 168—169°; 72%, 157—158°C; 76%—159—160°C соответственно и 59% и 153°C (2 мм)—VII.

1. Синтезировано и охарактеризовано 10 новых соединений.
2. При галогенировании стирола в среде окиси этилена выделены продукты, характерные для реакции сопряженного галогенирования.
3. Вторичные амины легко вступают в реакцию с 1,5-дигалоген-2-фенил-3-оксапентаном, при этом бромэфиры образуют соли морфолина, а хлорэфиры—монозамещенные продукты.

Литература

1. Мовсумзаде М. М., Гурбанов П. А. Сб. статей. Изд. АЗИНЕФТЕХИМа, Баку, 1973, с. 96—98. 2. Мовсумзаде М. М., Шабанов А. Л., Гурбанов П. А. Труды АЗИНЕФТЕХИМа им. М. Азизбекова (серия химическая). Баку, 1979, вып. 27, с. 7. 3. Мовсумзаде М. М., Гурбанов П. А., Аскеров Н. Д., Шабанов А. Л. "Аз. хим. ж.", 1973, № 3, с. 32. 4. Гурбанов П. А., Аскеров Н. Д., Ходжаев Г. Х. Сб. статей. Изд. АЗИНЕФТЕХИМа, Баку, 1973, с. 121.

АЗИНЕФТЕХИМ им. М. Азизбекова

Поступило 26. III 1982

Ч. Х. Екеону, П. А. Гурбанов, М. М. Мовсумзаде, Е. А. Агаева

СТИРОЛУН ОКСИРАНЛА ВАСИТЭЛИ ГАЛОКЕНЛЭШМƏСИ ВƏ ДАҢА СОНРА СИНТЕЗ ОЛУНМУШ ЕФИРЛƏРИН ИКИЛИ АМИНЛƏРЛƏ ГАРШЫЛЫГЛЫ ТƏСИРИ

Магаләдә 10 јени бирләшмә синтез олуиуш вә характеризә едилмишдир. Стиролуи етилен оксиди мүнһитиндә галокенләшмәсиндән вәситәли галокенләшмә реаксиясы үчүн характер олан мәнсуллар алынмишдир. Мүәјјән едилмишдир ки, икили аминләр асанлыглы 1,5 диһалокен, 2-фенил оксапентан илә реаксияја кирир. Реаксия бром-ефирләрлә апарылдыгда морфоллин дузлары, хлорефирләрлә апарылдыгда исә бирәвәзли мәнсуллар алыиыр.

С. Н. Egeonu, P. A. Gurbanov, M. M. Movsumzade, A. E. Agaeva

CONJUGATED HALOINATION OF STYRENE WITH OXIDES AND RECIPROCITY OF THE SYNTHESIZED ETHERS WITH SECONDARY AMINES

Ten new compounds were synthesized and characterized in this article. Reaction of conjugated halogination takes place through halogination of styrene in the midst of oxide ethylene. Reaction of conjugated halogination does not take place through halogination of ethylene in the midst of oxide styrene. Secondary amines easily react with 1-halogen-2-phenil-2 (2-halogenoxide) ethane in which bromethers form morpholine salts and chlorinethers—monosubstituting products.

УДК 541.183

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. Х. АННАГИЕВ, член-корр. З. Г. ЗУЛЬФУГАРОВ,
М. Н. ДЖАВАДОВ, Т. А. АГДАМСКИЙ, В. Г. ХАЛИЛ-ЗАДЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АМИНОКОМПЛЕКСОВ ИОНОВ МЕДИ С ЦЕОЛИТАМИ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

Защита водоемов от промышленного загрязнения в процессе производства нефтепродуктов и неорганических веществ имеет важное значение в связи с охраной окружающей среды и экономией водных ресурсов. Применение новых, высокоэффективных, легкорегенерируемых адсорбентов в очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов имеет практическое и теоретическое значение.

Представляет научный интерес изучение влияния концентрации активирующей кислоты на адсорбционную способность природных цеолитов в процессе извлечения ионов меди из сточных вод.

Как известно [1], в нашей республике имеются большие запасы природных цеолитов, имеющие промышленное значение при приготовлении катализаторов и адсорбентов для различных отраслей нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. Для изучения механизма взаимодействия ионов меди из каркасов природных цеолитов в зависимости от изменения содержания обменных катионов и атомов алюминия были приготовлены две партии природных цеолитов, активированных при различных концентрациях водного раствора H_2SO_4 . Измельченные образцы природных цеолитов с различным фракционным составом обрабатываются и в различных концентрациях водных растворов H_2SO_4 в течение 6 часов при 80°C и при интенсивном перемешивании. Отношение природного цеолита к раствору составило 1:15, после чего раствор отделяют от адсорбента и промывают дистиллированной водой до отрицательной реакции по SO_4^{--} иону [2].

Методика проведения извлечения ионов меди из сточных вод природными цеолитами и определение содержания ионов меди в сточных водах до и после прохождения через слой цеолитов описана в [3].

Извлечение ионов меди из сточных вод с приготовленными адсорбентами было проведено в динамических и статических условиях, а регенерация адсорбированных аминокомплексов меди с поверхности адсорбента проводили 5%-ным водным раствором CH_3COOH .

При повышении нормальности водного раствора H_2SO_4 при активации клиноптилолита Айдагского месторождения адсорбционная способность по отношению к молекулам аминокомплекса меди сперва возрастает в связи с вымыванием примесей, содержащихся в составе природных цеолитов, и частичным расширением входных окон цеолитов; а потом при возрастании нормальности раствора происходит уменьшение (в статических условиях). Активация клиноптилолита

Айдагского месторождения 15 N водным раствором H_2SO_4 уменьшает содержание адсорбированных молекул аминокомплексов меди до 0,25 мг. экв. Cu.

Г цеолит

При активации природного морденита из Нахичеванской АССР в различных концентрациях H_2SO_4 в течение 6 часов при $80^\circ C$ адсорбционная способность образцов сначала возрастает по отношению к аминокомплексам меди, а потом происходит уменьшение в связи с вымыванием ионов алюминия из каркаса цеолита. А при активации природного морденита 15 N водным раствором H_2SO_4 количество адсорбированных молекул аминокомплекса ионов меди составляет 0,23 мг. экв. Cu (опыты были проведены в статических условиях).

Г цеолит

При сравнении количества адсорбированных молекул аминокомплекса меди на поверхности клиноптилолита и морденита в статических условиях, активированных при различных концентрациях водных растворов H_2SO_4 , видно, что при возрастании концентрации активирующей кислоты сильно уменьшаются адсорбционные свойства цеолитов по отношению к ионам меди.

Образцы	Статические условия	Динамические условия
	мг. экв. Cu	мг. экв. Cu
	Г. адсорбент	
$\gamma-Al_2O_3$	0,68	—
синтет. морденит	0,63	—
NaX	1,12	0,70
NaY	1,60	1,0

Как видно из табличных данных, полученных при извлечении аминокомплекса ионов меди из сточных вод синтетическими цеолитами NaX, NaY морденита $\gamma-Al_2O_3$ в статических условиях, самой большой адсорбционной способностью обладает синтетический цеолит NaY, адсорбционные свойства исследованных образцов увеличиваются в ряду $NaY > NaX > \gamma-Al_2O_3 > \text{Мор. Син} > \text{клиноптилолит} > \text{морденит природный}$.

При адсорбции ионов меди из сточных вод клиноптилолитом Айдагского месторождения, обработанных при различных концентрациях водных растворов H_2SO_4 в динамических условиях видно, что сперва возрастает адсорбционная способность образца по отношению к ионам меди, а потом при возрастании нормальности водного раствора уменьшается адсорбционная способность. При активации клиноптилолита Айдагского месторождения 15 N водным раствором H_2SO_4 сильно уменьшается адсорбционная способность образца по отношению к аминокомплексам ионов меди, составляя 0,15 мг. экв. Cu.

Г цеолит

При обработке природного морденита из Нахичеванской АССР 2 N водным раствором H_2SO_4 возрастает адсорбционная способность цеолита по отношению к ионам меди (ранее наблюдала Э. М. Джафарова), а при дальнейшем возрастании концентрации активирующей

кислоты происходит уменьшение содержания аминокомплексов ионов меди на поверхности цеолита.

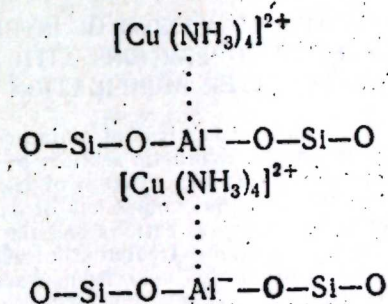
При обработке природного морденита 15 N водным раствором H_2SO_4 адсорбционная способность морденита по отношению к ионам меди сильно уменьшается и составляет 0,10 мг. экв. Cu.

Г цеолит

В динамических условиях при сравнении адсорбционных свойств клиноптилолита и морденита по отношению к ионам меди из сточных вод в производстве дивинила, обработанных при различных концентрациях водного раствора H_2SO_4 , видно, что при возрастании концентрации активирующей кислоты уменьшается адсорбционная способность образцов по отношению к ионам меди. Однако, надо отметить, что в динамических условиях при сравнении адсорбционной способности образцов клиноптилолита и морденита, обработанных при различных концентрациях водных растворов H_2SO_4 , с адсорбционной способностью синтетических цеолитов типа NaX, NaY, видно, что самую большую адсорбционную емкость имеет NaY.

Таким образом, при уменьшении содержания алюминия в каркасе цеолитов уменьшается адсорбционная способность образцов по отношению к аминокомплексам ионов меди в сточных водах. При извлечении ионов меди из сточных вод природными и синтетическими цеолитами основное взаимодействие происходит с аминокомплексами ионов меди и обменными катионами и атомами алюминия, находящимися в каркасе цеолита, что было показано в [4].

После декатионирования цеолитов кислотами взаимодействие ионов меди происходит с атомами алюминия, находящимися в каркасе цеолитов, на основании следующей схемы:



Эта схема—взаимодействия аминокомплексов ионов меди с атомами алюминия в каркасе цеолитов—подтверждается методом инфракрасной спектроскопии. При извлечении аминокомплексов ионов меди $\gamma-Al_2O_3$ из сточных вод за адсорбционную активность ответственны координационно ненасыщенные четырехкоординированные атомы алюминия в каркасе окиси алюминия.

Вывод

1. Количество адсорбционных молекул аминокомплексов ионов меди из сточных вод связано в основном с алюминием в каркасе цеолитов.

1. Ануров С. А., Торогешников Н. С., Смол В. И. В сб.: „Клиноптилолит. Изд-во „Мецниереба“, Тбилиси, 1977, с. 184. 2. Челищев Н. Ф., Берштейн Б. Г. Обзор клиноптилолита, серия IV. 1974. 3. Аннагиев М. Х., Зулфугаров З. Г., Садыхов Ф. М. VII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, т. 3, стр. 201. Баку, 1981. 4. Гудушаури Ц. Н., Броучек Ф. И. В сб.: „Клиноптилолит“. Изд-во „Мецниереба“, Тбилиси, 1977, с. 113.

Институт неорганической и
физической химии

Поступило 23. VII 1982

М. Х. Аннагиев, З. Г. Зулфугаров, М. Н. Чавадов, Т. Э. Агдамски, В. Г. Халилзаде

АХЫНТЫ СУЛАРЫНЫН ТЭМИЗЛЭНМЭСИНДЭ МИС-АММОНИУМ КОМПЛЕКСИНИН СЕОЛИТЛЭР ВАСИТЭСИ ИЛЭ ГАРШЫЛЫГЛЫ ТЭСИР МЕХАНИЗМИНИН ТЭДГИГИ

Мәгаләдә тәбиғи вә синтетик сеолитләр вәситәси илә тулланты суларынын тәркибиндән мис-аммонийум комплексинин тутулмасы механизми тәдгиг олуишудур.

Тәдгигат нәтижәсиндә мұәјјән олуишудур ки, мұхтәлиф гурулушлу вә һәмчинин мұхтәлиф гатылыглы H_2SO_4 мәһлулу илә ишләнмиш сеолитләр вәситәси илә тулланты суларынын тәркибиндән мис-аммонийум комплексинин тутулмасы мұрәккәб характер дашыјыр. Белә ки, бу просәдә һәм сеолитин әвәзләмә катионлары вә һәм дә сеолитин кристаллик гәфәсиндә олан алүминийум атомлары әсас рол ојнајыр.

Тәчрүбәләр кәстәрмишдир ки, сеолитләри H_2SO_4 мәһлулуишудур јухары гатылыглары илә ишләдикдә тулланты суларынын тәркибиндән мио ионларынын адсорбсијасы аңчаг алүминийум атомунун иштиракы илә кедир.

M. Ch. Annagiev, Z. G. Zulfugarov, M. N. Dzhabadov,
T. A. Agdamski, V. G. Khalilzade

THE RESEARCH OF THE MECHANISM OF INTERACTION OF AMINO-COMPLEXES OF COPPER IONS WITH ZEOLITES IN WASTE WATER PURIFICATION

This article studies the interaction mechanism of amino-complexes of Cu ions in waste water purification with natural and synthetic zeolites of different structures and treated at different concentrations of aqueous solution of H_2SO_4 . It is determined that the character of the interaction of amino-complexes of copper ions with zeolites is of a complicated character as exchangeable cations and the atoms of Al placed in zeolite structure are simultaneous. After the treatment of zeolites with large concentrations of H_2SO_4 in adsorption of copper ions from waste waters the essential role belongs to the Al atoms placed in zeolite structure.

Ф. С. МАГЕРРАМОВА, В. А. ОГАДЖАНОВ

РАЗЛОМНАЯ ТЕКТОНИКА ЗАПАДНОГО ШЕЛЬФА ЮЖНОГО КАСПИЯ ПО КОСМОГЕОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

(Представлено академиком АН Азерб. ССР А. А. Ализаде)

Бурное развитие наук о Земле и вместе с тем внедрение в практику геологии наиболее современных методов поставило на повестку дня вопрос об исследовании шельфовых зон космогеологическими методами. Целью настоящей статьи является исследование возможностей космогеологических методов применительно к условиям Западного шельфа Южного Каспия и выявление некоторых основных особенностей тектонического строения этой зоны в связи с ее дальнейшими перспективами нефтегазоносности.

Известно, что одним из важнейших факторов, предопределяющих миграцию нефти и газа, являются разрывные нарушения. Выделение и изучение разломов на акватории Каспия проводились ранее и неоднократно освещались в печати [2, 3 и др.].

Основным материалом, на основании которого нами проводилось выделение разломов, служили космические снимки. В процессе исследований результаты дешифрирования сравнивались с геофизическими и геолого-геоморфологическими данными. Важным критерием правомерности полученных выводов служило совпадение разломов, выявленных дешифрированием с разломами, выявленными ранее геолого-геофизическими исследованиями.

Не останавливаясь подробно на методике дешифрирования, проиллюстрируем только основные положения и критерии выделения разломов по космическим фотоматериалам.

На космических снимках проявляются в основном глубоко залегающие структурные элементы. Более молодые образования зачастую подвержены эрозии, в связи с чем они затушевываются и на космических снимках либо не проявляются, либо проявляются весьма слабо.

В пределах западного шельфа Южного Каспия по космогеологическим данным уверенно фиксируются как крупные разломы юго-восточного простирания, так и более мелкие разломы северо-восточного простирания, а также разломы субмеридиональные.

На космических снимках разломы отчетливо прослеживаются в виде прямых, плавнотогнутых или ломанных линейных элементов. Часто вдоль этих линий наблюдаются смещения частей одного и того же фотоснимка относительно друг друга [4]. Такие разломы нами классифицируются, как разломы сдвигового характера. На черно-белых и цветных фотоснимках подчас происходит изменение фототона или цвета по обе стороны какой-либо линии. Если принять во внимание изменение фототона или цвета как отображение различной глубины залегания пород одного и того же комплекса, то подобные линии можно классифицировать как разломы с

вертикальным смещением. Помимо всего, на акватории Каспия разрывные нарушения прослеживаются по линейному расположению грязевых вулканов, вытянутых в цепочку. Области грязевого вулканизма отображаются в виде изометрических фотоаномалий, резко отличающихся по цвету от окружающих образований.

На территории западного шельфа Южного Каспия в результате дешифрирования выявлено три основных типа разломов (рис. 1).

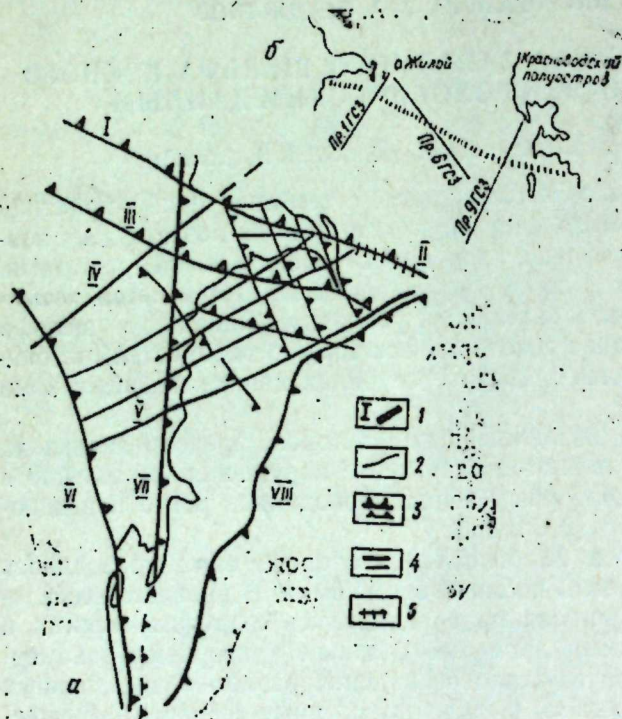


Рис. 1. а — Схема разломной тектоники западного шельфа Южного Каспия по космогеологическим данным. 1 — разломы известные; 2 — установленные впервые космогеологическими данными; 3 — сбросы; 4 — сдвиги и сбрососдвиги; 5 — линии приразломных антиклинальных поднятий. II. Разломы выявленные ранее и подтвержденные космогеологическими данными: I — Главнокавказский; II — Апшероно-Челекенский; III — Валдамский; IV — Пальмиро-Апшеронский; V — Пушкино-Сальянский; VI — Западно-Каспийский; VII — Советаб-Яшминский; VIII — бровка шельфа. б — положение Шахово-Огурчинского разлома в общей структуре Южно-Каспийской впадины.

Первый тип разломов — это разломы юго-восточного простирания. Эти разломы уверенно прослеживаются как по результатам дешифрирования космических снимков, так и по геофическим данным.

Севернее всех из этой серии разломов от Апшеронского порога протягивается региональный Апшероно-Челекенский глубинный разлом. Приуроченность к этому разлому линий антиклинальных поднятий, осложненных грязевым вулканизмом и нарушениями, свидетельствует о том, что данный разлом активизировался в период поздней стадии альпийской складчатости. По результатам дешифрирования космических снимков прослеживается северо-западное продолжение этого разлома вдоль северо-восточного крыла мегантиклинория Большого Кавказа.

Южнее Апшеронского полуострова прослеживается морское продолжение Вандамского глубинного разлома, отделяющего орогенное сооружение Большого Кавказа от области Куринского прогиба. Положения этого разлома в области шельфа несколько уточняются результатами дешифрирования космических снимков. Данный разлом, протягиваясь в общекавказском направлении вдоль юго-западной части Апшеронского порога, фиксируется в гравитационном поле в виде региональной ступени, а также находит свое отображение на профилях ГСЗ по резкому

исчезновению скоростных границ уплотненных пород мезозоя, гранитного и базальтового слоев (рис. 2). Сопоставление с результатами сейсморазведки показывает, что по обе стороны от разлома наблюдается также характер третичной складчатости; если в районе Апшеронского

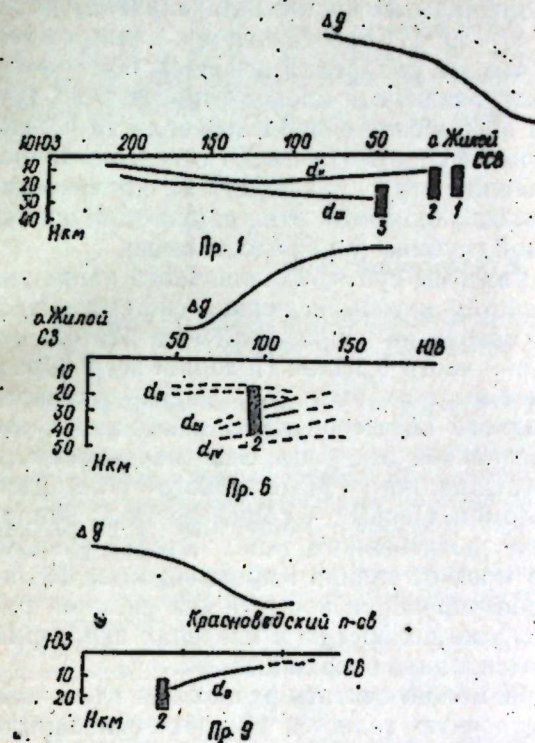


Рис. 2. Отображение разломов на профилях ГСЗ. 1 — Апшероно-Челекенский; 2 — Шахово-Огурчинский; 3 — Северо-Сангачальский. d_1 — поверхность уплотненных пород мезозоя; d_2 — поверхность гранитного слоя; d_3 — поверхность базальтового слоя; d_4 — поверхность Мохоровичича.

порога складки имеют общекавказское направление, то при переходе через зону разлома направление складок тяготеет к субмеридиональному.

Исходя из результатов, полученных комплексной интерпретацией космогеологических и геофизических данных, нами установлено наличие морского продолжения Вандамского разлома по линии Шахова коса — складка Огурчинского и определена его тектоническая роль как структурного элемента, отделяющего Апшероно-Прибалаханскую зону от Южно-Каспийской котловины. Выделенный нами разлом мы трассируем севернее складок б. Макарова, им. Петрова, Боряна, о. Огурчинского вплоть до восточного берега Каспия. Представление о глубинном разломе по линии Шахова коса — о. Огурчинский хорошо согласуется также с общегеологическими соображениями о наличии шовной зоны вдоль Южного склона Апшеронского порога.

Южнее Вандамского глубинного разлома результатами дешифрирования космических снимков нами выявлено разрывное нарушение, протягивающееся в юго-восточном направлении севернее мыса Сангачалы. Данное нарушение нами классифицируется как глубинный разлом, секущий поверхность базальтового слоя и затрагивающий низы фундамента, и условно названо нами Северо-Сангачальским. Сравнение с геофизическими данными показывает, что по профилю 1 ГСЗ данный разлом отмечается в пятидесяти километрах к юго-юго-западу от Жилого по резкому исчезновению скоростной границы, приуроченной к поверхности

базальтового слоя, но не нарушающей поверхность уплотненных пород мезозоя, которая отождествляется с поверхностью фундамента (рис. 2).

Ко второму типу относятся разломы северо-восточного простирания, выявленные по космогеологическим данным. Эти разломы отчетливо прослеживаются в северной и центральной частях юго-западного шельфа в пределах глубин моря до 40—50 м. Сопоставление с данными геологии и геофизики показывает, что эти разломы в основном образованы за счет горизонтальных подвижек различных блоков относительно друг друга. Ранее отмечалось, что «в альпийской складчатой области Южно-Каспия все выделенные разломы фундамента имеют северо-восточное простирание». Характер проявления этих разломов на космических снимках свидетельствует о глубоком заложении этих нарушений, однако данных для определения их точной глубины пока недостаточно.

К третьему типу относятся разломы субмеридионального направления. Этот тип состоит из двух систем разломов: первая система разломов расположена веерообразно, исходя из предполагаемого центра, находящегося в крайней юго-западной части Каспия. Подобное веерообразное расположение разломов ранее было отмечено для северо-восточного (Прибалаханского), северо-западного (Апшеронского) и юго-западного (Горганского) углов Южно-Каспийской впадины. Эта же закономерность нами определена и для юго-западного (Энзелинского) угла. Данная система состоит из трех разломов. Первый — общеизвестный Западно-Каспийский глубинный разлом погребенного типа. Второй разлом, протягивающийся по побережью моря от залива Кирова до мыса Кия-зи, выявлен по результатам дешифрирования космических снимков ранее. Третий разлом, находящийся уже полностью в пределах акватории моря, морфологически отображается в виде бровки шельфа.

В целом разломы этого веера можно считать разломами глубокого заложения, проникающими в осадочную толщу и разграничивающими области различного погружения фундамента.

Вторая система субмеридиональных разломов вместе с разломами северо-восточного простирания разбивает Апшеронский полуостров и южную часть акватории Апшеронского архипелага на обособленные блоки.

Результаты сейсморазведки показывают, что блокообразующие разломы по плиоценовым отложениям не прослеживаются. Тем не менее некоторые из них находят свое отображение в трансформированных гравитационных полях, предположительно отображающих структуру мезозойского комплекса и глубже.

Таким образом, резюмируя вышесказанное, можно сделать вывод о высокой эффективности космогеологических методов при исследованиях западного шельфа Южно-Каспийской впадины. Наиболее благоприятными при космогеологических исследованиях оказались области шельфа с глубинами моря до 50—60 м.

Проведение космогеологических исследований, несомненно, должно осуществляться в комплексе с другими методами геологии и геофизики. Хотя исследования глубоководных частей акватории космическими методами несколько затруднительно, изучение разломной тектоники берегов и шельфов с последующей экстраполяцией на более глубоководные части акватории с учетом данных геофизики является наиболее оптимальным решением задач при освещении вопросов региональной тектоники морей и океанов.

Литература

1. Аксенович Г. И., Аронов А. Е. Глубинное сейсмическое зондирование в центральной части Каспийского моря. Изд. АН СССР, 1962.
2. Алиханов Э. Н. Геология Каспийского моря. «Элм», Баку, 1978.
3. Глазунова А. В., Зинченко А. Г., Ласточкин А. Н. «Советская геология», № 6, Изд-во «Недра», 1977.
4. Гурьева З. И., Петров К. М., Шарков В. В. Аэрофотометоды геолого-геоморфологического исследования внутреннего шельфа и берегов морей. Л., Изд-во «Недра», 1976.
5. Сейсмоструктура некоторых районов юга СССР. «Наука», М., 1976.
6. Тектоника Европы и смежных областей. «Наука», М., 1978.

Научный центр «Геофизика»

Поступило 16.VII 1981

Ф. С. Магерамова, В. А. Огачанов

КОСМОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗЛОМЫ ЗАПАДНОГО ШЕЛЬФА ЮЖНО-КАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Членов Хазарин гэрбиндэ шельф зонасында рэнкли, аг-гара космик шэкиллэрин дешифрирлэмэс нэтичэсиндэ үч тип чатлар ажрылмышдыр.

Биринчи нөв чатлар чөнуби-шэрг истигамэтиндэ чэһэтлэнмиш чатлардыр. Дешифрирлэмэ нэтичэсиндэ Вандам чатынын Шахов бурну—Огурчин гарышыгы хэти үзрэ дэниз эразисиндэ даваманын мөвчүд олдугу тэжин олунмушдур. Абшерон-Чөлөкэн дэринлик чатынын мегаантиклиноринин шимал-шэрг ганады боју шимал-гэрб истигамэтиндэ давамэ илэнлир.

Вандам дэринлик чатынын чөнубунда, Сәнкәчәл бурнундан шималда чөнуб-шэрг истигамэтиндэ чэһэтлэнмиш чатлар мүэјјән едилмиш вэ шэрти олараг Шимали Сәнкәчәл чаты адландырылмышдыр.

Икинчи нөв чатлара шимал-шэрг истигамэтиндэ чэһэтлэнмиш вэ эсасән гырылма блокларынын бир-биринэ нэзәрән үфүги јердәјишмәс нэтичэсиндэ эмәлэ кәлмиш чатлар андир. Онларын космик шэкилләрдә эксолунма характери бу позулмаларын дэриндә јерләшмәсини сүбүт едир.

Үчүнчү нөв чатлара субмеридионал характерли чатлар андир. Бу нөв чатлар ики системә бөлүнүрләр. Биринчиси јелпиквары јерләшмиш чатлар вэ икинчиси систем-субмеридионал чатлардыр. Бу нөв чатлар шимал-шэрг истигамэти чатларла бирликдә Абшерон јарымадасынын вэ Абшерон архипелагы акваториясынын чөнуб һиссәсини ажры-ажры блоклара бөлүрләр.

F. S. Magerramova, V. A. Ogadjanov

FAULTED TECTONICS OF THE WESTERN SHELF OF THE SOUTH CASPIAN SEA ON COSMOGEOLOGICAL DATA

Three types of breakings are exposed on the western shelf of the southern part of Caspian Sea as a result of the deciphering of the black-white and coloured cosmic photographs. The breakings of the south-eastern stretch are the first type of breakings.

The unknown before breakings were established and the continuation of the known breakings was observed. The breakings of the north-eastern stretch, formed on the whole, by means of the horizontal motions of the different blocks relative to one another, are concerned to be the second type.

The breakings of the submeridional character are concerned to be the third type. This type consists of two breaking systems. The first system is the fan-shaped arranged breakings.

The second system of the submeridional breakings together with the breakings of the north-eastern direction divides Apsheron Peninsula and the southern part of the water area of Apsheron Archipelago to the isolating blocks.

ПЕТРОГРАФИЯ

Н. М. СЕЛИМХАНОВ

ОБ ОСНОВНЫХ ЧЕРТАХ МАГМАТИЗМА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МАЛОГО КAVКАЗА

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

В соответствии с геологической историей северо-восточной части Малого Кавказа магматизм проявляется в герцинском и альпийском тектонических циклах.

В азербайджанской части Малого Кавказа магматические образования, которые можно было бы с достоверностью считать герцинскими, не известны. Однако имеются некоторые косвенные данные, дающие основание предполагать существование таких образований.

В верховьях Асрикчая, в районе сел. Беюк-Кишлаг, на нижнепалеозойских метаморфических сланцах, в основании фаунистически охарактеризованных отложений синемюрского яруса залегает мощная (250 м) пачка базального конгломерата, в составе которой наравне с другим осадочным материалом содержатся также многочисленные гальки андезитовых, базальтовых порфиритов, кварцевых порфиров, гранитов, плагиогранитов, гранитпорфиров, накопленные в результате размыва доюрских эффузивов и гранитоидных массивов.

В пределах Малого Кавказа заведомо доюрские (палеозойские) гранитоидные интрузивы выступают в пределах Храмского и Локского массивов (Грузинская ССР), которые могли быть вероятными источниками сноса гранитоидных галек. В пределах Храмского массива выступают также палеозойские (нижний карбон—визе) вулканогенные образования, аналогичные по составу асрикчайским галькам.

Наиболее вероятным источником сноса гранитного галечного материала, надо полагать, служили интрузивные массивы, скрытые — мощной толщей юрских вулканогенных образований, расположенных в пределах Шамхорского антиклинория. Эти участки, где могли быть локализованы гранитоидные массивы, представляют собой отдельные блоки Сомхито-Агдамской зоны, которые по своему строению подобны Локскому и Храмскому массивам.

Таким образом, учитывая большую мощность конгломератовой пачки ранней юры Асрикчая и ее локальное развитие, можно предположить, что источником сноса обломочного материала послужили воздымающиеся по соседству с Асрикчаем участки Шамхорского антиклинория.

Важное значение в строении северо-восточной части Малого Кавказа имеют магматические образования, связанные с альпийским циклом развития. Весь комплекс вулканических и интрузивных образований этого цикла формировался на геосинклинальном этапе развития, охватываю-

щем юрскую, поздне меловую и палеогеновую стадии развития магматизма.

Для изучения рудных комплексов исследований области наиболее важное значение имеет юрский магматизм, относящийся к раннегеосинклинальному этапу развития.

В юрской истории развития северо-восточной части Малого Кавказа выделяется байосская, батская и позднеюрская стадии магматизма, которые отличаются по интенсивности, мощности магматических процессов и составу извергаемых продуктов.

Байосский магматизм в начальной стадии характеризуется широким развитием андезитовых и андезито-базальтовых порфиритов с мелкопорфировой структурой и большим распространением смешанных вулканогенно-обломочных пород. Для нижнего байоса характерно слабое развитие лавовых образований при широком распространении субвулканической фации, представленной преимущественно дайковыми образованиями андезитового и андезито-дацитового состава.

В позднем байосе широким развитием пользуются кварцевые плагиопорфиры, для которых вначале характерна лавовая фация, а при завершении вулканической деятельности широкое развитие получают субвулканические образования с порфировой структурой и крупными выделениями кварца и плагиоклаза. Проявление кварцевых плагиопорфиров связано со сводовым поднятием Сомхито-Агдамской зоны.

Байосский магматизм завершается внедрением плагиогранитовых интрузий, которые во времени и пространстве сопряжены с кварцевыми плагиопорфирами и образуют с ними вулканоплутоническую ассоциацию.

Позднелайосские плагиограниты представлены Атабекским и Гильанбирским массивами, которые выступают в контуре распространения байосской вулканогенной толщи, принимающей участие в строении Шамхорского антиклинория.

Результаты определения абсолютного возраста Атабекского и Гильанбирского плагиогранитов калий-аргоновым методом, по данным Р. Н. Абдуллаева и О. Д. Багирбековой (1970—1971), показали, что он составляет 150—160 млн. лет. Это хорошо увязывается с геологическими данными и указывает на позднеюрский возраст плагиогранитов.

Магматизм батского времени в северо-восточной части Малого Кавказа развит в пределах Дашкесанского синклинория, Мровдагского и Агдамского антиклинориев и характеризуется проявлением вулканических образований преимущественно андезитового состава.

В составе батской вулканогенной толщи наиболее широкое развитие получили вулканогенно-обломочные и туфогенно-осадочные породы.

Батский вулканизм носил в основном подводный характер, нередко с ясно выраженными шаровыми лавами.

Мощность верхнеюрских вулканогенных образований достигает около 1000 м.

На северном крыле Шамхорского антиклинория в междуречье Гасансу—Кошкарчай позднеюрские вулканические образования занимают широкую полосу и представлены преимущественно вулканокластическими породами.

В пределах Дашкесанского синклинория верхнеюрские вулканические образования развиты в осевой части структуры и вмещают Загликское месторождение алуниита.

Верхнеюрский магматизм завершается внедрением многочисленных гипабиссальных гранитоидных интрузий, распределение которых контролируется глубинными разломами и их оперяющими разрывами.

В пределах Шамхорского антиклинория встречается наибольшее количество гранитоидных массивов, выступающих преимущественно в сводовой части структуры, сложенной среднеюрской вулканогенной толщей.

Верхнеюрские гранитоиды представлены Шамхорской группой интрузивов, преимущественно гранодиоритового и кварцево-диоритового состава, дашкесан-кедабекскими полифазными плутонами габбро-гранодиоритового состава и лазыларской группой кварцево-диоритовых интрузий.

В Мровдагском антиклинории наблюдается до двух десятков мелких выходов верхнеюрских гранитоидных интрузивов, которые объединены в кошкардагскую и кызылархачскую группы, выступающие на противоположных концах осевой части структуры. В сводовой части Агдамского антиклинория залегает Мехманинский гранитоидный массив, обнажающийся в ее осевой части.

Из верхнеюрских гранитоидов в исследованной области развиты шамхорская, лазыларская группы интрузивов и Кедабекский габброгранитоидный массив.

Средний возраст гранитоидов Кабахтапинского массива составляет 138 млн. лет, Дашбулагского — 139 млн. лет, Барумского — 140 млн. лет, Новогореловского — 142 млн. лет, Джагирского — 137 млн. лет, Кедабекского — 141 млн. лет, Лазыларского — 139 млн. лет.

Азгосуниверситет им. С. М. Кирова

Поступило 18.X 1981

Н. М. Салимханов

КИЧИК ГАФГАЗЫН ШИМАЛ-ШЭРГ ЫССЭСИНДЭ МАГМАТИЗМИН ЭСАС ХҮСУСИЈАТЛАРИ

Кичик Гафгазын шимал-шэрг Ыссэсинин геоложи тарихи үзрэ магматизм Һертсен вэ алп тектоник просеслэри дөврүндэ е'тибарэн баш вермишдир.

Һертсен магматизмини Товуз районунун Эсрик вэ Ахынча чайларынын јухары һөвзэлриндэ мүшәһидэ етмәк олар. Буну күлли мигдарда фактики материаллар тәсдиг едир.

N. M. Salimkhanov

ABOUT MAIN FEATURES OF MAGMATISM OF NORTH-EASTERN PART OF MINOR CAUCASUS

In the accordance of geological history of North-Eastern part of Minor Caucasus magmatism is observed in hersinian and alpic tectonic cycles. For the study of deposit complexes of researched area Uraic magnetism concerning the early sinclinal stage of development is of the greater importance.

In the Uraic history of development of North-Eastern part of Minor Caucasus following periods are distinguished: bayosic, batic and late Uraic stages of magmatism which differ according to intensity, strength of magmatic processes and erupted products.

А. Н. ГЮЛЬАХМЕДОВ, Н. А. АГАЕВ, И. Г. АГАЕВ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ПО ПРОФИЛЮ ПОЧВ МАЛОГО КAVКАЗА (НА ПРИМЕРЕ КЕЛЬБАДЖАРСКОГО И АГДАМСКОГО РАЙОНОВ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР)

Начало учения о микроэлементах, являющегося крупным достижением науки XX века, положено трудами выдающихся геохимиков — В. И. Вернадского, А. Е. Ферсмана, В. М. Гольдшмидта, А. П. Виноградова. Разным сторонам этого учения посвящены работы отечественных и зарубежных ученых: М. А. Глазовской, П. А. Власюка, А. Н. Гюльахмедова, В. В. Ковальского, В. А. Ковды, Я. В. Пейве, А. И. Перельмана, М. Я. Школьника, Р. Митчела, А. Пирсона, А. Финка, Е. Шлихтинга и др.

Установлено, что нормальные функции растений, животных и человека невозможны без оптимального содержания в организме бора, марганца, меди, молибдена, цинка, кобальта, йода, селена и некоторых других химических элементов.

Организмы весьма требовательны к определенной концентрации микроэлементов в среде, к набору, соотношению и формам их соединений. Недостаток и избыток микроэлементов в почвах одинаково вредно сказывается на развитии организмов, вызывая в крайних случаях эндемические заболевания растений, животных и человека. Недостаток или избыток какого-либо микроэлемента вреден не только сам по себе, но и потому, что при этом понижается усвояемость других элементов из-за нарушения их соотношения в среде. Многие заболевания живых организмов бывают связаны с аномальным химическим составом почв, формирующихся в ареалах рассеяния тяжелых металлов, ртути и селена.

Постановка задачи изучения микроэлементов — бора, марганца, меди, молибдена, цинка, кобальта, йода и селена — диктовалась физиологической важностью их для растительных и животных организмов и отсутствием полных сведений по биогеохимии и агрохимии их для местных условий.

Полевые исследования проводились в 1966—1968 гг. по Кельбаджарскому району и в 1980—1981 гг. по Агдамскому району.

Полевые работы состояли из трех маршрутных обследований с закладыванием почвенных разрезов и взятием образцов из различных точек пахотного слоя в периоды с 1966 по 1968 и с 1980 по 1981 гг.

Были заложены 44 полных почвенных разреза и более 60 прикопок. Кроме того, собрано более 300 смешанных почвенных образцов из пахотного слоя и 16 образцов горных пород.

Почвенные разрезы закладывали на типичных в природном отношении участках, образцы отбирали по генетическим горизонтам в мешочки из хлопчатобумажной ткани.

С целью изучения содержания валовых и подвижных форм микро-

Содержание микроэлементов в профиле различных почв Малого Кавказа
Каштановые почвы Агдамского района

Почвы	Глубина взятия образцов, см	Гу- мус, %	CaCO ₃	рН водной суспензии	Валовое содержание			
					Бор	Мар- ганец	Медь	Мо- либ- ден
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Разрез 9								
Каштановые ороша- емые, мощные, на карбо- натных суглинках, 2-3 км к югу от сел. Усуплу	0-30	3,8	4,8	7,8	2,5	766	21	2,4
	30-60	1,9	5,1	7,9	21	720	18	1,9
	60-80	1,1	6,7	7,9	19	654	16	1,6
	80-100	0,8	15,5	7,8	11	622	15	1,4
	100-120	0,6	15,8	8,0	16	406	11	1,1
	120-140	0,4	19,6	8,0	0,8	318	08	0,9
	140-160	0,3	22,2	8,2	0,6	277	05	0,5
Разрез 17								
Каштановые сред- немощные, на аллю- виально-пролювиаль- ных наносах, 2-3 км от сел. Каракалы	0-30	4,2	5,5	7,7	21	882	22	2,5
	30-50	2,1	6,2	7,8	18	666	20	2,2
	50-70	1,3	4,8	7,8	14	554	17	1,8
	70-90	1,0	7,1	7,9	12	382	14	1,1
	90-120	0,8	7,4	8,0	08	326	08	0,7
	120-150	0,4	9,6	8,1	05	240	05	0,4
Разрез 28								
Каштановые давно- орошаемые высококуль- турен. аллювий (Качиң- чай, карбонатные суг- линки). Не доходя вост. окр. сел. Гервент	0-30	2,48	5,48	8,1	16	708	18	2,0
	30-50	1,58	6,29	7,9	26	647	16	1,6
	50-70	1,14	11,18	8,0	14	596	12	1,4
	70-100	0,72	17,20	7,8	11	544	06	1,3
	100-130	0,35	19,15	7,8	07	480	07	0,8
	130-160	н. опр.	18,10	8,1	06	427	06	0,6
	160-190	"	26,18	8,2	04	315	04	0,3
Разрез 33								
Каштановые ново- орошаем. солонцеватые, около сел. Эвоглы	0-20	2,9	6,6	7,8	39	735	19	2,2
	20-40	2,2	4,7	8,0	36	644	18	1,8
	40-60	1,8	5,5	8,0	22	458	18	1,5
	60-90	1,1	8,1	7,9	28	326	11	1,1
	90-120	0,8	8,8	8,1	28	277	08	0,8
	120-150	0,6	12,2	8,0	14	297	06	0,5
Разрез 6								
Горно-луговые, чер- ноземовидные, глини- стые, Агдабан яйлаги	0-10	8,0	не. об	5,8	30	614	41	2,7
	10-30	7,5	"	6,0	28	586	37	2,1
	30-50	6,2	"	6,0	20	448	30	1,5
	50-80	4,5	"	6,2	9	378	21	0,9
	80-105	0,4	"	6,5	2	315	12	0,8
Разрез 7								
Черноземы тяжело- глинистые, выщелочен- ные, село Гылыджлы	0-10	7,5	"	6,5	31	420	26	2,5
	10-18	5,2	"	6,5	27	398	18	2,2
	18-31	4,5	"	6,2	16	315	12	1,4
	34-55	2,1	"	6,6	9	286	12	1,0
	55-90	1,0	"	6,0	3	305	12	0,8

Азербайджанской ССР

микроэлементов, мг/кг почвы					Подвижное содерж. микроэлементов, мг/кг почвы				
Цинк	Ко- бальт	Йод	Селен	Бор	Марганец	Медь	Молиб- ден	Цинк	Кобальт
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
45	9,8	3,8	0,72	0,9	18,4	1,4	0,4	1,5	0,6
43	8,7	3,1	6,74	0,8	19,0	1,2	0,4	1,4	0,5
34	6,9	2,0	0,80	0,6	14,6	1,0	0,3	1,4	0,4
25	5,5	—	0,85	0,4	17,7	1,0	0,3	1,2	0,4
17	4,2	1,5	0,90	0,9	9,8	0,8	0,2	1,2	0,2
11	3,0	1,1	0,92	0,8	5,5	0,5	0,2	0,9	0,2
0,5	1,2	0,4	0,70	0,5	1,8	0,2	0,1	0,6	0,1
48	1,0	4,4	0,75	0,8	20,6	1,5	0,4	1,9	0,6
51	8,9	2,8	0,76	0,9	18,7	1,5	0,5	1,9	0,5
38	7,0	2,2	0,76	0,7	9,6	1,2	0,3	1,7	0,4
32	5,3	1,8	0,82	0,7	6,2	1,1	0,3	1,3	0,3
20	2,8	1,0	0,8	0,8	14,4	0,6	0,2	1,0	0,1
11	1,0	0,6	0,85	0,6	2,8	0,3	0,1	0,8	0,1
40	6,7	3,3	0,78	0,8	17,9	1,7	0,5	2,1	0,7
39	6,5	2,5	0,74	0,4	18,7	1,6	0,4	1,9	0,6
27	4,8	2,0	0,75	0,4	12,2	1,3	0,4	1,8	0,6
22	4,4	1,6	0,82	0,6	9,8	1,2	0,3	1,5	0,5
15	2,7	1,1	0,84	0,9	6,6	1,0	0,3	1,3	0,4
12	1,8	0,5	0,90	0,7	4,7	0,2	0,2	1,1	0,2
07	0,8	0,2	0,90	0,5	4,3	0,4	0,1	0,8	0,8
36	7,9	3,0	0,74	2,0	17,7	1,2	0,3	1,2	0,5
38	6,1	2,4	0,70	1,8	14,6	1,0	0,3	1,2	0,4
29	5,8	1,7	0,78	1,6	—	0,9	0,2	1,0	0,3
21	4,6	1,2	0,82	1,7	9,8	0,8	0,1	0,8	0,3
15	3,0	0,7	0,89	1,5	5,5	0,6	0,1	0,6	0,2
08	1,8	0,3	0,92	0,9	2,1	0,2	0,1	0,4	0,1
баджарского района									
5,1	20	4,56	0,68	1,2	9,0	2,2	0,6	1,9	3,1
40	15	2,34	0,32	0,9	7,4	2,1	0,5	1,8	0,8
32	8	0,33	0,30	0,6	2,7	1,4	0,4	1,6	0,9
24	4	0,18	0,25	0,5	0,7	0,6	0,4	1,2	2,0
0,8	2	Следы	0,12	0,3	0,5	0,4	0,2	0,8	1,3
44	12	2,6	0,45	1,1	6,1	1,4	0,5	1,7	1,1
40	8	0,8	0,37	1,0	4,4	1,0	0,5	1,6	1,2
29	8	0,2	0,28	0,8	2,2	0,7	0,4	1,2	2,0
25	5	0,1	0,20	0,7	0,7	Следы	0,3	0,9	1,0
11	5	Следы	0,10	0,5	0,5	Следы	0,1	0,7	1,0

элементов нами исследовались образцы почв Агдамского и Кельбаджарского районов. В почвенных образцах определялись следующие микроэлементы: бор, марганец, медь, молибден, цинк, кобальт, йод и селен по всем генетическим горизонтам в отдельности, что позволило установить общие закономерности в распределении упомянутых микроэлементов по профилю почвы.

В таблице представлены данные по содержанию микроэлементов в профиле каштановых и черноземных почв. Из этих данных видно, что содержание микроэлементов во всех случаях гораздо выше в верхних горизонтах по сравнению с другими горизонтами. Содержание микроэлементов хорошо коррелирует с содержанием гумуса, что свидетельствует о биогенности этих элементов (таблица).

Проведенные исследования почв показали, что пахотные слои как в каштановых, так и в черноземных почвах бедны подвижными формами микроэлементов при относительно высоком содержании валовых форм. Каштановые почвы в своем составе (по профилю сверху вниз) содержат следующие количества подвижных форм микроэлементов (в мг/кг почвы): бора — 2,0—0,4; марганца — 2,06—1,8; меди — 1,7—0,2; цинка — 2,1—0,4; молибдена — 0,5—0,1 и кобальта — 0,7—0,1; черноземы — соответственно: бора — 1,2—0,3; марганца — 9,0—0,5; меди — 2,2—0,4; молибдена — 0,6—0,1; цинка — 1,9—0,7 и кобальта — 3,1—1,0. (Подвижные формы йода и селена не определены).

На основании изучения содержания важнейших микроэлементов в каштановых почвах Агдамского района и черноземах Кельбаджарского района Азербайджанской ССР можно сделать выводы о том, что характер распределения бора, марганца, меди, молибдена, цинка, кобальта, йода и селена в этих почвах зависит от их почвообразующих пород, содержания гумуса и географического расположения. Так, аккумуляция микроэлементов резко выражена в гумусовом горизонте и уменьшается с глубиной. Распределение микроэлементов хорошо коррелирует с содержанием гумуса в почве, что свидетельствует об их участии в биологическом круговороте веществ.

Литература

1. Вернадский В. И. Избранные сочинения, т. 4, кн. 2. М., Изд-во АН СССР, 1960, с. 652.
2. Ферсман А. Е. Геохимия, т. 2. Л., 1934, с. 364.
3. Виноградов А. П. Биогеохимические провинции и их роль в органической эволюции. «Геохимия», 1963, № 3, с. 199—212.
4. Глазовская М. А. «Ложные» геохимические аномалии, их генезис и принципы диагностики. В кн.: «География почв и геохимия ландшафтов». М., Изд-во МГУ, 1967, с. 63—68.
5. Власюк П. А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений. Киев, «Наукова думка», 1960, с. 516.
6. Гюльяхмедов А. Н. Микроэлементы в почвах зоны хлопководства Азербайджана и эффективность их применения под хлопчатник. Изд-во АН Азерб. ССР, Баку, 1961.
7. Ковальский В. В. Регионы биосферы — основа биогеохимического районирования. «Докл. ВАСХ-НИЛ», 1969, № 8, с. 2—6.
8. Ковда В. А. Основы учения о почвах, кн. 1. М., «Наука», 1973, с. 448.
9. Пейве Я. В. Об основных закономерностях распределения валовых запасов и подвижных форм микроэлементов в почвах СССР. В кн.: «Докл. к VIII Международному конгрессу почвоведов». М., 1964.
10. Перельман А. И. Геохимия ландшафта. М., «Высшая школа», 1966.
11. Школьник М. Я. Микроэлементы в жизни растений. Л., 1974, с. 324.

Ә. Н. Күләхмедов, Н. А. Агаев, И. Г. Агаев

КИЧИК ГАФГАЗЫН (КЭЛБЭЧЭР ВЭ АГДАМ РАЈОНЛАРЫ ТИМСАЛЫНДА) ТОРПАГЛАРЫНЫН ПРОФИЛИ БОЈУ МИКРОЕЛЕМЕНТЛЭРИН ПАЈЛАНМАСЫ

1966—1968 вэ 1980—1981-чи иллэрдэ Кэлбэчэр вэ Агдам рајонлары шэраитиндэ чөл тэдгигат ишлэри апарылмышдыр. Тэдгигатлардан мәгсэд гара вэ шабалыды торпагларынын профили боју микроэлементлэрини нэ дэрэчэдэ пайланмасыны тэдгиг етмәкдән ибарэт олмушдур.

Торпагларда апарылмыш кимјэви анализлэрини нәтичэлэри кестәрмишдир ки, һәм гара, һәм дэ шабалыды торпагларда микроэлементлэрдән борун, манганын, мисин, молибденин, синкин, кобалтын, јодун вэ селенин үмүми вэ мүтәһәррик формасынын мигдары торпаг эмәлә кәтирән сүхурдан, торпагын һумусундан вэ чоғрафи јерләшмәсиндән сых сурәтдә асылыдыр. Белә ки, микроэлементләр әсасән торпагын үст һумус гатында топланыр вэ кенетик гат боју ашағы ендикчә азалыр. Микроэлементлэрини торпагын һумусу илә белә сых әлағәси онларын биокен хасијјәтли олмасыны, јәһни маддэлэрини биоложи дөвранында иштирак етмәсини сүбута јетирир.

A. N. Gyulakhmedov, N. A. Agaev, I. G. Agaev

DISTRIBUTION OF MICROELEMENTS ALONG THE SOIL PROFILES OF MINOR CAUCASUS (FOR EXAMPLE KELBEDGER AND AGDAM REGION OF AZERBAIJAN SSR)

We researched the field work under the conditions of Kelbedger and Agdam region in different years. The aim of research was to learn distribution of regularity of gross and mobile forms of microelements along chernozem and chestnut soil profile. It was defined, that those soils were provided with general quantity of boron, manganese, copper, molybdenum, zinc, cobalt, iodine and selenium, but mobile forms of these elements were provided very weakly. Upper layer of profiles was provided higher than lower layer with every two forms of microelements.

М. А. КАСУМОВ

НЕКОТОРЫЕ ФЛАВОНОИДОСОДЕРЖАЩИЕ РАСТЕНИЯ, ПРИГОДНЫЕ ДЛЯ ОКРАШИВАНИЯ ШЕРСТЯНОЙ ПРЯЖИ

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

Флавоноидные соединения весьма широко распространены в растительном мире. Их находят не только почти во всех высших растениях, но и во мхах, зеленых водорослях.

Флавоноиды относятся к многочисленной группе природных фенольных красителей. Они широко применяются в пищевой промышленности в качестве естественных красителей. Флавоноидные красители обладают двумя ценными качествами: отсутствием токсичности и Р-витаминной активностью. Источниками флавоноидных красителей для кондитерской промышленности могут быть ягоды бузины, шелковицы, лавровишни, листья чая, лепестки шток-розы, соцветия пеларгонии, плоды опунции и др. Обычно красящими веществами служат антоцианы (Касумов, 1978), но находят применение и флавонолы. Перспективное использование комплексного свекольно-чайного красителя, в котором полифенолы чая стабилизируют бета-цианины свеклы посредством ингибирования ферментов свекольного сока (Григорашвили, 1973), бесспорно. Большое значение имеют флавоноиды как составные части плодово-ягодных и овощных консервов и многих пищевых продуктов растительного происхождения: чая черного и особенно зеленого (Запрометов, 1958), гранатов, яблок, винограда, груш и других продуктов. Флавоноиды (флавонолы, дигидрофлавонолы и катехины) могут применяться и при стабилизации пищевых жиров, благодаря антиокислительным свойствам (Запрометов, 1974).

В легкой промышленности флавоноиды как составная часть дубильных веществ играют значительную роль в кожевенном производстве (Запрометов, 1974). В качестве источников дубильных веществ в нашей стране применяют в основном древесину дуба и каштана, кору ели и ивы, а также корневища некоторых видов горца, щавеля, кермека, ревеня.

Флавоноиды могут быть применены и в аналитических лабораториях предприятий металлургической промышленности. Благодаря способности вступать в реакции с металлами, флавоноиды могут употребляться при количественном определении урана, олова, титана и некоторых других металлов.

Некоторые полифенолы используют как космические средства, вводя их в состав защитных кремов и паст от излишнего ультрафиолетового облучения.

Кроме того, флавоноиды хризин, кверцетин, физеотин, морин, лутеолин, рамнозин, миринетин и др. употребляют для окрашивания шерстяной пряжи, хлопчатобумажной и шелковой тканей.

В связи с этим перед нами поставлена задача изучить красящие

свойства некоторых флавоноидосодержащих растений, распространенных в различных регионах флоры Азербайджана.

В качестве объектов для изучения их красящих свойств нами были намечены следующие растения: тут, или шелковица (листья и древесина), дрок распростертый (листья и цветы), зверобой шероховатый (цветы), головчатка высокая (цветы).

Извлечение красящего вещества проводилось водой и крашение осуществлялась в водной среде.

Протравленное крашение проводилось на шерсти, обработанной настиванием и кипячением в растворе солей алюмокальневых квасцов, железного купороса, двуххромового кислого калия, кобальта уксусно-кислого свинца, с щелочами, кислотами и без них. Применялась разная концентрация солей; щелочей и кислот — от 0,1 до 10% от веса шерсти.

Изучая уже известные, а также новые красильные растения, имеющие значение для ковроделия, мы провели ряд экспериментальных исследований не только по сбору и сушке последних, но и по разработке методов крашения шерстяной пряжи на основе предложений, разработанных в свое время И. В. Павловым (1935).

Следует отметить, что применение новых протрав и их комбинаций при крашении дало нам возможность получить от 1 до 100 и более цветов и их оттенков из сырья, добытого только из одного красильного растения.

В результате проведенных исследований нами были проделаны основные операции, обычно применяемые в процессе крашения шерстяной пряжи, и весь процесс крашения проводился по методике, разработанной М. А. Касумовым (1976).

Тут белый—*Morus alba* L. (сем. Moraceae). Тут, или шелковица, известен в Азербайджане еще с давних времен и широко используется в шелководстве, так как листья его являются кормом для личинок тутового шелкопряда. В Азербайджане имеют место два вида шелковицы — белая и черная. Наиболее распространенной является шелковица белая. Шелковица белая — дерево, 10—15 (20) м высоты, с очень густой и раскидистой кроной.

В Азербайджане тут белый распространен во всех районах и произрастает в основном вблизи селений и в долинах рек.

Тут белый является ценным красильным растением. По литературным данным, в листьях и древесине его содержится красящее вещество флавоноид — морин $C_{15}H_{10}O_7$.

Для изучения красящих свойств тут белого нами были собраны листья и древесина в селе Шыхмахмуд Нахичеванской АССР.

В отделе растительных ресурсов Института ботаники АН Азерб. ССР приготовлены водные экстракты из листьев и древесины тут белого, которые с применением различных протравителей дали следующие результаты: 8 г алюмокальневых квасцов дают желтый цвет; 7 г медного купороса — зеленый; 7 г железного купороса — оливковый; 1 г хромовокислого калия — бежевый; 6 г кобальта хлористого — охристый и др. Протравное крашение дают те же цвета оттенки, малоотличающиеся от одновременного окрашивания.

Из 100 г измельченной древесины можно получить до 9—10 л красильного экстракта, который окрасит от 1,5 до 2 кг шерсти, причем шерсть не вбирает весь краситель.

Необходимо отметить, что на территории нашей республики, помимо тута белого, встречается и тут черный — *Morus nigra* L., который также может быть использован для окрашивания шерсти, шелка и хлопчатобумажной ткани.

Дрок распростертый — *Genista patula* M. B. (сем. Fabaceae — бобовых) — высокий сильноветвистый кустарник, 50—100 (150) см высоты. Листья ланцетные или яйцевидно-ланцетные, острые, на верхушке шиловато-заостренные, 3—5 см длины. Цветы желтые, на коротких цветоножках, собранные в длинные густые верхушечные кисти. Венчик желтый.

Распространен в Азербайджанской ССР по берегам ручьев и канав, на лугах.

Красящими свойствами обладают цветы, а также листья, дающие хорошую желтую окраску для крашения шерсти и шелка. Красящим веществом является флавоноид лутеолин.

При крашении экстрактами, полученными из цветов и листьев дрока распростертого, с применением различных протрав можно получить широкую цветовую гамму. Например, крашение шерсти производилось непосредственно экстрактом без протравы. Цвет желтоватый. С применением протравы: 6 г алюмокалиевых квасцов при крашении слабощелочным экстрактом — цвет желтый; 1 г хромовокислого калия — коричневатый; 5 г уксуснокислого свинца — буро-желтый; 6 г уксуснокислой меди — табачный; 5 г уксуснокислого кобальта — бежевый и т. д.

Литр экстракта, полученный из 100 г измельченных листьев и цветов дрока распростертого, позволяет получить до 14—15 л красильного раствора, которым можно окрасить от 1,0 до 1,5 кг шерсти.

Зверобой шероховатый — *Hypericum scabrum* L. (сем. Guttiferae зверобойные) — многолетнее растение, 10—14 см высоты. Стебли при основании более или менее деревянистые, многочисленные, шероховатые от мелких железистых бородавочек, ветвистые. Листья сидячие, сизоватые, ланцетные. Лепестки желтые.

Широко распространен в Азербайджанской ССР, от нижнего до среднего горного пояса, на сухих скалистых и щебенистых склонах, на осыпях. Во всех надземных частях содержится красящее вещество флавоноид кверцетрин.

При обработке шерстяной пряжи водным экстрактом, полученным из надземных частей зверобоя шероховатого при добавлении протрав, получили разнообразные цвета и оттенки. 5 г алюмокалиевых квасцов дали желтоватый цвет; 4 г железного купороса — серый; 4 г медного купороса — зеленый; 0,2 г хромпика — кирпично-красный.

Головчатка высокая — *Cephalaria procera* Fisch. (сем. Dipsaceae ворсянковые) — многолетнее травянистое растение. Стебель бороздчатый, голый, до 1 м высоты. Листья ланцетно-перисторассеченные, сегменты их заостренные, зубчатые, с обеих сторон щетинистые, нижние листья 30—40 см длины. Венчик серо-желтый, снаружи волосистый. Распространен в Азербайджанской ССР в лесном и субальпийском поясах, на полянах и опушках.

В цветах обнаружены флавоноиды: сверципапонин, кверцимеритрин, лутеолин-7-глюкозид, окрозид (Клышев и др., 1978).

Опыты по окраске шерстяной пряжи водным экстрактом из цветов головчатки высокой с применением различных протрав дали следующие результаты: 6 г алюмокалиевых квасцов — желтый цвет; 5 г железного купороса — оливковый; 5 г медного купороса — зеленый; 0,1 г хромпи-

ка — бежевый; 5 г красной кровяной соли — оливково-серый; 5 г желтой кровяной соли — охристый; 0,1 г олова двухлористого — оранжево-желтый; 0,1 г олова двухлористого + 2 г щавелевой кислоты — оранжевый цвет.

Испытания на прочность окрасок проведены по ГОСТу — 9733-61, а также по инструкции В. Г. Шапошникова (1956).

Результаты испытания прочности окраски образцов шерсти, окрашенной растительными экстрактами таковы:

1. Выдерживание под углом 45° в течение 60—80 часов на солнце (июль, август) образцов, окрашенных экстрактами тута (шелковицы), дрока распростертого, зверобоя шероховатого, головчатки высокой, не вызвало изменений окраски.

2. Выдерживание образцов на открытом воздухе в течение 60—80 часов вызывает незначительные изменения некоторых цветов.

3. Тридцатиминутное нагревание образцов в растворе 5 г мыла с 3 г соды на 1 л воды при температуре 30—60°C с белой ниткой не вызвало изменений окраски и закрашивания белой нитки.

4. Кипячение в течение часа в том же растворе дало незначительные изменения окраски, полученные из головчатки и зверобоя. Окраски же, полученные из остальных красителей, остались без изменения (испытание при стирке).

5. Тридцатиминутное нагревание при температуре 30—60°C в растворе 6 см³ нашатырного спирта и 5 г поваренной соли на 1 л воды не вызвало изменений окрасок.

Выводы

1. Все исследованные растения флоры Азербайджана являются удовлетворительными для окраски шерсти.

2. Экстракты дают окраску шерсти достаточной интенсивности и прочности (желтую, оранжевую, оливковую, зеленую, табачную, бежевую, охристую и др.). При углубленной проработке протрав и их концентраций имеется возможность получить широкий диапазон как основных, так и дополнительных цветов.

3. Красящая способность исследованных растений достаточно велика: 1 кг измельченных листьев и древесины тута, дрока, зверобоя и головчатки окрашивает 10—20 кг шерсти. Красители из тута и дрока обладают большой красительной способностью.

4. Красители могут быть использованы для окраски ковровой шерсти, а также шерстяных изделий.

Литература

1. Григорашвили Г. З. Биохимическое исследование процессов получения и применения красного свекловичного красителя. Автореф. канд. дисс. Тбилиси, 1973.
2. Касумов М. А. Перспективные красильные растения Азербайджана. «Изв. АН Азерб. ССР, серия биол. наук», № 5, Баку, 1978.
3. Запаметов М. Н. О дубильных веществах чайного растения, т. 45, «Усп. совр. биол.», вып. 2, 1958.
4. Запаметов М. Н. Основы биохимии фенольных соединений. М., 1974.
5. Касумов М. А. «Изв. АН Азерб. ССР, серия биол. наук», № 6, Баку, 1976.
6. Шапошников В. Г. Общая технология волокнистых и красящих веществ. Киев, 1956.

М. Э. Гасымов

БИР НЕЧЭ ФЛАВОНОИД ТЭРКИБЛИ БИТКИЛЭРИН ЈУН МЭМУЛАТЛАРЫНЫН БОЈАНМАСЫ ҮЧҮН ЈАРАРЛЫЛЫҒЫ

Мәғаләдә тәркибләриндә флавоноид маддәси тапылан тут, наз, гәнтәпәр, дазы
бојаг биткиләринин јун мәмулатынын бојанмасы үчүн јарарлы олдугларындан вә он-
лардан халчачылыг сәнајесиндә истифадә едилмәси јолларындан бәһс олунур.

М. А. Kasumov

SOME FLAVONOID-CONTAINING PLANTS FITTED FOR WOOL DYEING

In the present article some flavonoid-containing plants fitted for wool dyeing
such as: mulberry, Saint-John's-wort, cephalaria, and the ways of their utilization in
the carpet production are described.

АЗЕРБАЙҖАН ССР ЕЛМЛЭР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРУЗЭЛЭРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXIX ЧИЛД

№ 9

1983

УДК 1039399(002) (479.24)

ИСТОРИЯ

Н. Я. МАКЕЕВ

ОБ ОДНОЙ НЕИЗВЕСТНОЙ ЛИСТОВКЕ «ГУММЕТА» (1906 г.)

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Дж. Б. Гулиевым)

В годы первой русской революции, как и на предшествующих этапах
революционной борьбы, большевики Азербайджана вели широкую по
масштабам работу по выпуску и распространению газет, брошюр и ли-
стовок, являющихся острейшим идеологическим оружием партии в борь-
бе за массы. Особое внимание они уделяли изданию марксистской лите-
ратуры на азербайджанском языке. Исключительная заслуга в этом
принадлежала организации «Гуммет» («Энергия»), которая, как извест-
но, являлась составной неотъемлемой частью бакинской партийной ор-
ганизации и работала под непосредственным руководством Бакинского
комитета РСДРП.

Помимо издания нелегальных и легальных газет «Гуммет», «Девет-
Коч», «Текамюль», большевики-гумметисты сумели организовать вы-
пуск брошюр и листовок. Так, только в 1906 г. был издан ряд листовок—
в связи с подготовкой к празднованию дня международной пролетарской
солидарности 1 Мая¹, во время стачки рабочих текстильной фабрики
Г. З. А. Тагнев² и забастовок приказчиков-азербайджанцев³, по поводу
создания мусульманской боевой дружины «Бейдаге нусрет» («Знамя
помощи») ⁴, возглавляемой М. А. Азизбековым, в связи с подготовкой
всеобщей стачки в начале сентября⁵, в первую годовщину манифеста
17 октября⁶ и др.

Большевистские листовки на азербайджанском языке играли важ-
ную роль в деле пропаганды марксистского мировоззрения среди проле-
тариев-азербайджанцев, в борьбе против меньшевистского оппортуниз-
ма, за сплочение рабочих масс под ленинским знаменем.

Особенно острый характер приняла эта борьба по вопросу о выборах
в I Государственную думу и об отношении к Думе. Большевики разверну-
ли широкую кампанию по организации активного бойкота Думы. Руко-
водствуясь решениями Таммерфорсской партийной конференции, указа-
ниями В. И. Ленина, они разоблачали глубоко антидемократический ха-
рактер царского избирательного закона 11 декабря 1905 г., разъясняли
трудящимся, что Дума не парламент, а уловка самодержавия, грубая
подделка народного представительства, и призывали рабочих к борьбе
за революционный созыв Всенародного Учредительного Собрания, к
подготовке вооруженного восстания. Ставя своей важнейшей задачей
борьбу с конституционными иллюзиями, большевики Азербайджана в
своих листовках, в выступлениях на рабочих собраниях неустанно
вскрывали суть антинародной политики либеральной буржуазии, под-
вергали уничтожающей критике установку меньшевиков на конститу-
ционно-парламентский путь развития страны.

В Баку, как и в других городах страны, развернулась дискуссия по поводу думской тактики РСДРП. Несмотря на противодействие меньшевиков, за тактику активного бойкота Думы высказались Исполнительный комитет Бакинской объединенной организации РСДРП и районные партийные организации. Вопреки меньшевикам, потребовавшим пересмотреть вопрос об отношении к выборам в Думу, межрайонное собрание Бакинской организации РСДРП, состоявшееся 4 марта 1906 г., вынесло резолюцию за полный бойкот Думы и всяких выборов в нее. Резолюция была отпечатана отдельной листовкой на русском языке и широко распространена среди рабочих⁷.

Но до настоящего времени листовка с этой резолюцией не найдена и о содержании последней можно было судить лишь по изложению, данному в грузинской легальной социал-демократической газете «Гантиади» («Рассвет»), являющейся органом Тифлисского объединенного комитета РСДРП⁸.

Нам же удалось выявить в архиве листовку на азербайджанском языке, изданную «Гумметом», в которой полностью перепечатана резолюция межрайонного собрания Бакинской организации РСДРП о бойкоте Государственной думы. Ввиду большого интереса, который она представляет, приведем в переводе ее текст полностью:

Мусульманская социал-демократическая организация «Гуммет».

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

БОЙКОТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ДУМЫ.

Резолюция, принятая межрайонным собранием Бакинской организации РСДРП о бойкоте Государственной думы.

Принимая во внимание,

1) что Государственная дума, созываемая царским правительством, не является законодательным народным учреждением, облеченным правами, необходимыми для обуздания этого правительства;

2) что крестьянам предоставляется избрать лишь ничтожное число депутатов, причем выборы организуются так, что могут избирать лишь зажиточные крестьяне, а беднота совершенно отстраняется от участия в выборах;

3) что рабочим предоставляется право на избрание такого ничтожного числа выборщиков по сравнению с буржуазией (в Баку — 4 из 80), что они не в состоянии ни избрать своего депутата, ни влиять на ход выборов, к тому же значительная часть рабочих вообще лишена избирательных прав;

4) что во время выборов только черносотенные партии имеют возможность вести широкую агитацию, а партии, защищающие интересы рабочих и крестьян, будут подвергаться преследованиям со стороны правительства, что у нас нет свободы ни слова и печати, ни союзов и собраний;

5) что выборы проводятся в условиях насилия и давления со стороны полиции, когда повсюду с фабрик и заводов увольняются и арестовываются наиболее сознательные рабочие, и таким образом, рабочие лишаются возможности избирать своих представителей, способных бороться за рабочее дело;

— межрайонное собрание Бакинской организации РСДРП высказывается против участия как в выборах депутатов Думы, так и

в выборах уполномоченных и выборщиков, считая вместе с тем необходимым использовать избирательную кампанию для агитации: за созыв Учредительного собрания на основе всеобщего, равного и прямого избирательного права при тайном голосовании и свободе слова, печати, союзов и собраний и для подготовки народа к вооруженному восстанию.

Типография мусульманской социал-демократической организации «Гуммет». Баку.⁹

Эта листовка была распространена во множестве экземпляров в разных районах города. О распространении других листовок «Гуммета», призывавших рабочих-азербайджанцев отказываться от выборов в Думу, сообщали в апреле 1906 г. газеты Баку и Тифлиса.¹⁰ Листовки на азербайджанском языке нередко обнаруживались тогда полицией. Например, 27 марта в полицейский участок были доставлены найденные на Армянской улице (ныне ул. М. Горького) 7 листовок.¹¹ Через некоторое время был арестован рабочий 1-го промысла т-ва бр. Нобель в Балаханах Юсиф Муртузаев, который передал рабочим этого промысла несколько листовок на азербайджанском языке. При обыске у него была найдена пачка таких листовок.¹²

Развернутая в те дни большевиками, в том числе гумметистами, печатная и устная агитация дала свои плоды. Когда в апреле в Баку начались выборы уполномоченных, значительная масса рабочих бойкотировала их. С. М. Эфендиев писал тогда, что в этом вопросе «большинство рабочих-мусульман были солидарны с русскими, грузинскими и армянскими товарищами».¹³

Многосторонняя агитационно-пропагандистская и организаторская деятельность организации «Гуммет» способствовала неуклонному росту ее авторитета среди пролетариев. «Мусульманская социал-демократическая организация «Гуммет», — отмечала тогда газета «Трудовая жизнь», — сумела организовать вокруг себя, за недолгое время своего существования, довольно много рабочих-мусульман».¹⁴

В совместной борьбе против общих классовых врагов все более росло классовое самосознание пролетариев-азербайджанцев, все более крепло интернациональное единство многонационального рабочего класса Азербайджана.

Литература

1. Листовки бакинских большевиков 1905—1907 гг. Баку, 1955, с. 220—222; ЦГИА Груз. ССР, ф. 1 с. д. 388, лл. 228, 229; ф. 23, д. 530, лл. 2—4; ф. 2 с. д. 5340, л. 82; Научный архив Института истории АН Азерб. ССР, ф. 1, оп. 3, д. 1479, лл. 54 и об., 79, 80—81. 2. Партийный архив Азербайджанского филиала ИМЛ при ЦК КПСС, ф. 456, оп. 16, д. 6, л. 3 (воспоминания Дж. Агаларова). 3. «Кайи», 1906, 2 августа (на армянск. яз.); «Иршад», 1906, 24 ноября (на азерб. яз.); «Кавказская речь», 1906, 26 ноября. 4. ЦГИА Азерб. ССР, ф. 1, оп. 8, д. 2, лл. 3, 4; д. 3, лл. 1—2. 5. ЦГИА СССР, ф. 1410, оп. 2, д. 453, л. 3. 6. Листовки бакинских большевиков 1905—1907 гг., с. 247—248. 7. Четвертый (Объединительный) съезд РСДРП. Протоколы. М., 1959, с. 314, 316, 332; ЦГИА Груз. ССР, ф. 23, д. 474, лл. 71, 75; Листовки бакинских большевиков 1905—1907 гг., с. 209. 8. «Гантиади», 1906, 9 (22) марта (на груз. яз.). 9. ЦГИА Азерб. ССР, ф. 185, оп. 34, д. 49-6, л. 337. В публикации, помещенной в газете «Гантиади», слова «к вооруженному восстанию» заменены, по-видимому, по цензурным условиям, выражением: «к всеобщему выступлению». 10. «Иршад», 1906, 19 ап-

реля; «На повороте», 1906, 13 апреля. 11. ЦГИА Азерб. ССР, ф. 185, оп. 34, д. 49, т. 1, лл. 162 и об. 12. ЦГИА Груз. ССР, ф. 23, д. 355, л. 2; «Иршад», 1906, 26 апреля; «Труд», 1906, 28 апреля. 13. Султан Меджид Эфендиев. Избранные произведения. Баку, 1977, с. 21 (на азерб. яз.). 14. «Трудовая жизнь», 1906, 16 июня.

Институт истории

Поступило 3.VI 1983

Н. J. Makejev

«HИMMAT»-ИН БИР НАМ'ЛУМ ВЭРЭГЭСИ ЫАГГЫНДА (1906-чы ил)

Мәгаләдә бир чох мәһбәләрини тәһлил вә үмүмиләшдирилмәси нәтижәсиндә 1906-чы илдә Азәрбајҹан дилиндә болшевик вәрәгәләринин нәшри вә јайылмасы тарихи ишҹыландырылып, азәрбајҹанлы эһмәткешләр арасында марксизм-ленинизм идејаларынын тәблиғиндә мүсәлман социал-демократ тәшкилаты «Һүммәт»-ин ролу сәһијҹәләндирилир. Мәгаләдә һәмчинин «Һүммәт»-ин мүәллиф тәрәфиндән архивдән ашкар едилмиш вә индијә гәдәр тәдқиғатчыларә мә'лум олмајан бир вәрәгәсинә хусуси јер верилмишдир.

N. Ya. Makeev

ABOUT ONE UNKNOWN LEAFLET OF HIMMAT (1906)

As a result of analysis and generalization in the article mostly for the first time sources are used treating a publishing and spreading in 1906 bolsheviks' leaflets in Azerbaijan and the role of Moslem social-democratic organization Himmat in the propagation of Marxist-Leninist ideas among working people is established. A special place in the article takes found out by the author from archives and unknown before for the investigators one leaflet of Himmat.

УДК 2394.015

ЭТНОГРАФИЯ

Э. Ю. ДЖАВАДОВА, Г. Д. ДЖАВADOV

НАРОДНЫЙ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ АЗЕРБАЙДЖАНЦЕВ

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

Историко-этнографическое изучение земледелия и найденные орудия труда на территории Азербайджана свидетельствуют о том, что азербайджанцы с древнейших времен занимались полеводческим хозяйством и в данной отрасли накопили богатейший опыт и навыки. Ярким примером этому является созданный местным населением земледельческий календарь, отражающий начало и конец сельскохозяйственных работ, начало пахоты и сева, время орошения, созревания и уборки урожая, выгона скота на пастбище и всю деятельность крестьянина.

Земледельческий календарь и связанные с ним вопросы в какой-то мере были затронуты в ряде работ дореволюционных исследователей (Г. М. Зардаби, С. Бунятов, Т. Б. Байрамалибеков, М. Эфендиев).

В этом отношении привлекают особое внимание статьи выдающегося азербайджанского просветителя Гасан-бека Зардаби (1842 — 1907) — «Предсказание погоды» и «Еще по поводу предсказания погоды», опубликованные в 1900 году в газете «Каспий» [1] и «Гуйруг доғду чилле чыхды» — в 1905 году в газете «Хаят» [2]. Эти статьи Г. Зардаби являются ценным источником при изучении земледельческого календаря азербайджанцев в XIX веке.

Названными выше публикациями ограничиваются наши материалы об изучении земледельческого календаря азербайджанцев.

Настоящее сообщение является первой попыткой специального рассмотрения на этнографическом фоне данной проблемы. В создании земледельческого календаря главную роль играли местные условия: географическая среда и экономические факторы. Не случайно основу народного календаря составляли именно навыки, повседневный опыт земледельцев в области сельского хозяйства. На основе многовекового повседневного опыта они точно определяли время пахоты, сева, орошения, перегона скота на яйлаги и их возвращения в кишлаки. Одним словом, этот календарь возник на почве земледелия и потому назван земледельческим.

Азербайджанцы в глубокой древности годичный цикл сельскохозяйственных работ делили на четыре сезона, каждый из которых состоял из трех месяцев (90 дней). Азербайджанская загадка гласит: имею одно дерево, которое состоит из 12 ветвей, каждая ветвь имеет 30 листьев, одна сторона белая, а другая — черная. Здесь дерево олицетворяет год, 12 ветвей — это месяцы, 30 листьев — по числу дней в каждом месяце, белая и черная стороны листа — соответственно день и ночь. Каждый сезон года делили еще на более короткие периоды.

Сельскохозяйственный год у азербайджанцев начинался с приходом весны (јаз-баһар)—9 (21) марта, то есть со дня весеннего равноденствия

(Новруз). С наступлением весны перелетные птицы возвращаются в теплые края. Соответственно с этим обстоятельством крестьяне начинали сельскохозяйственные работы. До начала весны земледельцы старались привести в порядок орудия пахоты, закончить все зимние работы.

Этнографические материалы показывают, что Новруз у азербайджанцев не является только календарным приходом весны. С Новым годом было связано также определение, каким будет предстоящий год — урожайным или нет, влажным или сухим. Для этого, начиная с первого же дня Новруза, в течение первых четырех весенних дней, систематически фиксировали изменения погоды. Эти наблюдения назывались «бахар фәсил» (весенняя пора). По традиции, первый день Новруза считался весной, второй — летом, третий — осенью, четвертый — зимой. Если первый день проходил без осадков, без ветра, то есть был хорошим, предполагалось, что предстоящая весна будет благоприятной. Наоборот, если в этот день шел дождь, было пасмурно, то и предстоящая весна ожидалась такой же. Земледельцы говорили: «Јахшы ил, баһарындан бәлли олар», т. е. «хороший год виден по его весне».

Эти наблюдения продолжались и в следующие три дня и соответственно им определяли, какими ожидаются предстоящие лето, осень и зима. Земледельцы, приступая к циклу полевых работ, знали, что до Новруза на посевной площади не должен оставаться снег. В противном случае, посевы затопит талая вода. Поэтому на те земли, где еще лежал снег, выгоняли скот, чтобы ускорить таяние снега.

Приведенные сведения дают нам основание заключить, что среди азербайджанцев Новруз с древнейших времен был не только началом весны, но одновременно считался началом традиционного земледельческого календаря, точнее, сельскохозяйственного года крестьянина. Впрочем, он ежегодно начинался в один и тот же день, 9 (21) марта, и в его основе лежит не лунный, а солнечный календарь.

По народному календарю весна состоит из четырех периодов. Первый период именовался «гараяз» и состоял из 30 дней. У земледельцев он считался началом весенних полевых работ. С наступлением весны начинали также расчистку оросительных каналов, приступали к вспашке под яровые культуры. Торжественно отмечали праздник первой борозды — гарабас. Азербайджанцы считали первую борозду основой будущего урожая. Поэтому для того, чтобы год был урожайным, проведение первой борозды поручали самому уважаемому и рачительному крестьянину, о котором говорили: «әли авадан, ајағы черәкли адам» (человек с легкой рукой). По вековым традициям считалось, что «кёсу», т. е. человека с редкой бородой, нельзя выбирать в плугари, так как в древней мифологии азербайджанцев «кёса» считался символом зимы, приметой неурожая [3].

Второй период весны назывался «гарангуш палчыг баглаян», т. е. период, когда ласточка вьет гнездо, который начинался 22 апреля и продолжался до 2 мая. По сообщениям старожил, в этот период крестьяне заготавливали саманный кирпич, считая, что именно тогда он бывает особенно крепким.

Третий период весны назывался «котан дөврү» — период плуга, точнее, время пахоты. Он продолжался 30 дней.

Для земледельца самым тяжелым периодом считались последние 20 дней весны, которые назывались «гызылкүл дөврү» (период цветения розы), составляющие последний, четвертый период весны. Именно в этот

период кончались все запасы, а до нового урожая было еще не близко. С этого периода приступали к сенокосу.

День летнего солнцестояния считался началом лета (јај). Лето делили на две половины. Первая — гора «бишән» т. е. время созревания дикого винограда (*Vitis silvestris* Gmel), считалась самым жарким временем года. Вторая называлась «гујруг догду» и совпадала с появлением созвездия Улкерлар (Плеяды). По поверью, эти звезды, появляются только в середине лета и предвещают изменение погоды [4]. По традиции, скотоводы должны завершить стрижку овец до появления Плеяды. С этого времени овцематок отделяли от стада баранов, а стада ягнят, наоборот, соединяли со стадами овцематок. Поэтому данный период среди скотоводов еще назывался «гузу гарышан».

Важное место в народном земледельческом календаре занимала осень (пајыз, куз). Одним из важнейших дел земледельцев осенью является сев. Этнографические материалы показывают, что они обладали богатыми эмпирическими знаниями в этом деле, что нашло свое отражение в народном календаре. Например, отлет журавлей в теплые края считался временем начала сева, как их прилет весной означал, что пора приступать к пахоте. Эти фенологические наблюдения отражены в пословицах: Дурна кетди, тума чых, дурна кәлди, шума чых (улетели журавли — выходи на сев, прилетели журавли — начинай пахоту). Кроме того, крестьяне говорят: «посев должен видеть два лета — летом сей, летом жни — јај әк, јај бич».

В цикле сельскохозяйственных работ зима тоже имела существенное значение. Она продолжалась с 9 (21) декабря до 9 (21) марта. Ее также подразделяли на несколько периодов, которые в народе называют чиллә. «Наш простой народ, — писал Г. Зардаби, — зиму делит на три части: беюк чиллә, кичик чиллә и алачалпа. Беюк чиллә — большая зима — продолжается 40 дней, кичик чиллә — малая зима — 30 дней, а алачалпа — серое время зимы — 30 дней» [5]. Беюк чиллә — большой зимний период — характерен сравнительно умеренными холодами. В конце этого периода погода резко меняется: это признак наступления малого зимнего периода. Смену одного чиллә другим называют «тәһвил — тәслим дөврү» — переходный период, во время которого ожидается от 3 до 7 снежных дней. Как в начале, так и при завершении кичик чиллә наблюдается резкое изменение погоды. Вообще кичик чиллә считается самым холодным периодом зимы. После завершения кичик чиллә наступает период алачалпа — серое время зимы, который продолжается до наступления весны. В свою очередь он делится на две части — чилләбече — 7 дней и собственно алачалпа — 23 дня.

Таким образом, азербайджанцы, основываясь на многовековых наблюдениях над природой и небесными телами, создали народный земледельческий календарь, который соответствует астрономическому календарю. Г. Зардаби писал, что вызывает удивление то, как безграмотный крестьянин, не зная не только числа, но и названия месяцев, по своим четкам, начиная с Новруза, точно считает, когда наступит то или иное время года [6].

Полевые этнографические материалы свидетельствуют, что вся трудовая деятельность азербайджанского крестьянина непосредственно была связана с этим календарем. Начало или прекращение всех сельскохозяйственных работ народ основывал на фенологических, метеорологических и астрономических наблюдениях. Все это говорит о том, что азербайджанские земледельцы, благодаря повседневному опыту и наблюде-

ниям, создали локальный земледельческий календарь, изучение которого и в настоящее время имеет большое научное и практическое значение.

Наконец, исследование показывает, что многие элементы рассмотренного календаря характерны только для азербайджанцев, ибо являются результатом многовековых наблюдений местного населения. Вместе с тем им присущи и многие общие черты, которые встречаются как у азербайджанцев, так и соседних кавказских и среднеазиатских народов [7], что дает возможность проследить их многовековые историко-этнографические и культурные связи.

Литература

1. Зардаби Г. М. Избранные статьи и письма. Баку, 1962, с. 322—324. 2. Насан бэй Зардаби. Сечилмиш эсэрлери. Баку, 1960, с. 300—303. 3. Бабаев И. Эфандижев П. Азербайжан шифаи халг эдбијјаты, Баку, 1970, с. 95-4. Чавадов Г. Ч. XIX эср в XX эсрин эввалларида Азербайжанын экинчилик алэтлери. Баку, 1970, с. 82. 5. Зардаби Г. М. Избранные статьи и письма, с. 82—83. 6. Зардаби Н. Сечилмиш эсэрлери, с. 303. 7. Гаджиева С. Ш., Трофимова А. Г., Шахсандов А. Р. Старинный земледельческий календарь народов Дагестана. Труды VII Международного конгресса антропологических и этнографических наук, т. 10., М., 1970; Чибиров Л. А. Народный земледельческий календарь осетин. Цхинвали, 1976; Шаманов И. М. Народный календарь карачаевцев. «Сов. этнография», 1971, № 5; Мадаева З. А. Народный календарь чеченцев и ингушей в конце XIX—начале XX в. «Сов. этнография», 1980, № 6; Рахимов М. Р. Земледелие таджиков бассейна р. Хингоу в дореволюционный период. Душанбе, 1957.

Институт истории

Поступило 11.XI 1982

Е. J. Чавадова, Г. Ч. Чавадов

АЗЕРБАЙДЖАНЛЫЛАРЫН ХАЛГ ЭКИНЧИЛИК ТЭГВИМИ

Мәгалә халг экинчилик тәгвими вә онунла бағлы мәсәләләрини аראшдырылмасына һәср олунмушдур. Та гәдимдән азербайжанлылар арасында ил дөрд фәсилә бөлүнмүшдур. Тәсәррүфат или јаз фәсли илә башлајыб, гарајаз, гарангуш палчыгбағлајан, котан дөврү вә ғызылкүл дөврү олмагла дөрд мәрһәләјә ајрылырды.

Јаз фәсли халг арасында «горабишән» вә «гујруг доғру» адландырылан ики јерә бөлүнмүшдур.

Пајыз (куз) фәсли дә экинчи эһалнини һәјатында мүнүм рол ојнамышдыр.

Ғыш фәсли исә бөјүк чиллә (40 күн), кичик чиллә (20 күн), алачалпа (30 күн) олмагла үч јерә бөлүнмүшдур.

Азербайжан кәндлисинин бүтүн тәсәррүфат һәјаты бу тәгвимлә бағлы олмушдур. Тәдгигатлар көстәрир ки, бу тәгвимини бир чох элементлери сырф азербайжанлылар үчүн сәнијјәви олса да, бурада гоншу Гағғаз вә Орта Асија халғларынын тәсәррүфат һәјаты үчүн характерик чәһәтләрә дә раст кәлирик.

E. Yu. Djavadova, G. D. Djavadov

POPULAR LANDOWNER CALENDAR OF AZERBAIJAN

In the article investigation of popular landowner calendar is given. In ancient times Azerbaijanians divided year cycle of agricultural work into four seasons, so each of them consisted of three months (90 days)—spring, summer, autumn, winter. People based the beginning and finishing of all field crop works on phenological, meteorological and astronomical observations.

Many elements of Azerbaijan landowner calendar are characteristics only for Azerbaijanians, but at the same time it has common features with the Caucasians and Middle Asiatic peoples.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазиијат

В. Б. Шаһмуров. Өз-өзүнә гошма олмајан оператор әмсаллы хусуси төрәмәли еллиптик типли тәнликләр үчүн гојулмуш үмуми сәрһәд мәсәләсинин фредһолмлуғу 3

М. Н. Нәсәнов. Бәзи гејри-хәтти параболо-һиперболик систем тәнлик үчүн башланғыч-сәрһәд мәсәләси 7

Н. М. Нусејнов. Чырлашмыш тәнлији параболлик типли тәнлик олан параболлик типли тәнлик үчүн гојулмуш гарышыг мәсәлә 13

В. А. Нахметов. Расионал кәсрләрлә интерполјасија һагғында бир мәсәлә 21

Н. А. Әкбәрова, М. Ч. Маһмудов. Дар консуз золагда үмумиләшмиш биһармоник тәнлик үчүн гојулмуш сәрһәд мәсәләсинин кичик параметрә көрә һәллинин асимптотик ајрылышы 25

Електрокәшфијат

Ф. А. Хәлилов. Анизотроп мүнһитин өтүрүчүлүк әкс олунмасы 28

Јарымкечиричиләр физикасы

С. А. Абасов, Елмира Чалал ғызы, М. Х. Әлијева, М. А. Гурбанов. Електрик сәһәсинин СаSe монокристалларынын механики мөһкәмлијинә тәсир 32

Нүвә физикасы

Ө. Б. Абдинов. Кумулјатив протонларын јаранма механизмләрин тәдгиги 36

Јарымкечиричиләр физикасы

Р. Ә. Әлијев, К. Р. Аллаһвердијев, Е. Ј. Салајев, Р. М. Сәрдәрлы, Н. Ј. Сәфәров, В. Ј. Штејншрајбер. TiSe вә онун гурулуш аналогларында полјар оптик фононларын бучаг асылылығы 40

Ј. Ә. Видади, С. Ә. Сәдрәддинов. Фталосианиндә тутма мәркәзләринин термосаһә ионлашмасы 44

Молекулјар физика

А. Н. Шнулин, Б. Ј. Султанов, Х. С. Мәммәдов. 1,1-дифенилетанол-1-ин гурулушу 48

Кеофизика

Ј. В. Ризниченко, Ф. Т. Гулијев. Азербайжанын дәгиг сәјсмик рајонлашдырма хәритәсинин макети 50

Үзви кимја

Ч. Х. Екеону, П. А. Гурбанов, М. М. Мөвсүмзәдә, Е. А. Ағајева. Стиролуи оксиранла васитәли һалокенләшмәси вә даһа сонра синтез олунмуш ефирләрин икили аминләрлә гаршылығлы тәсир 56

Физики кимја

М. Х. Әннағыјев, З. Н. Зүлфугаров, М. Н. Чавадов, Т. Ә. Ағдамыски, В. Г. Хәлилзәдә. Ахынты суларынын тәмизләнмәсиндә мис-аммоний комплексинин сеолитләр васитәси илә гаршылығлы тәсир механизминин тәдгиги 61

Тектоника

Ф. С. Мәһәррәмова, В. А. Оғачанов. Космокеоложи мәлүматлар әсасында Чәнуби Хәзәрин гәрб шөлфинин ғырылма тектоникасы 65

Петрографија

Н. М. Сәлимханов. Кичик Гағғазын шимал-шәрг һиссәсиндә магматизмин әсас хусусијјәтләри 70

Агрокимја

Ә. Н. Күләһмәдов, Н. А. Ағајев, И. Н. Ағајев. Кичик Гағғазын (Кәлбәчәр вә Ағдам рајонлары тымсалында) торпағларынын профилли боју микроэлементләрини пәјланмасы 73

Битки систематикасы	
М. Ә. Гасымов. Бир нечә флавоноид тәркибли биткиләрни јун мә'мулат- ларынын бојанмасы үчүн јарарлылығы	78
Тарих	
Н. Ј. Макејев. «Һүммәт»ин бир намә'лум вәрәгәси һаггында (1906-чы ил)	83
Етнография	
Е. Ј. Чавадова, Г. Ч. Чавадов. Азәрбајҗанлыларын халг әкинчилиг тәғйини	87

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

В. Б. Шахмуров. Фредгольмовость общих краевых задач для эллиптиче- ских уравнений с несамосопряженными операторными коэффициентами	3
М. Г. Гасанов. Начальная задача для некоторой нелинейной параболично- гиперболической системы уравнений	7
Г. М. Гусейнов. Смешанная задача для параболического уравнения, вы- рождающегося в параболическое	13
В. А. Нахметов. Об одном классе рациональных интерполяционных рядов	21
О. А. Акперова, М. Д. Махмудов. Асимптотика решения краевой задачи для обобщенного бигармонического уравнения в бесконечной узкой полосе	25

Электроразведка

Ф. А. Халилов. Восстановление проводимости анизотропной среды по мат- рице отражения	28
---	----

Физика полупроводников

С. А. Абасов, Эльмира Джалалкызы, М. Х. Алиева, М. А. Кур- банов. Влияние электрического поля на механическую прочность монокри- сталлов GaSe	32
---	----

Ядерная физика

О. Б. Абдинов. Исследование механизма образования кумулятивных протонов	36
--	----

Физика полупроводников

Р. А. Алиев, К. Р. Аллахвердиев, акад. Э. Ю. Салаев, Р. М. Сар- дарлы, Н. Ю. Сафаров, В. Я. Штейншрайбер. Угловая зависимость частот полярных оптических фононов в TlSe и его структурных аналогах	40
Ю. А. Видади, С. А. Садрадиннов. Термополевая ионизация лову- шек во фталоцианине	44

Молекулярная физика

А. Н. Шиулин, Б. Ю. Султанов, член-корр. Х. С. Мамедов. Строе- ние 1,1-дифенилэтанола-1	48
--	----

Геофизика

Член-корр. АН СССР Ю. В. Ризниченко, Ф. Т. Кулиев. Макет карты детального сейсмического районирования Азербайджана по микросейсмической сотрясаемости	50
---	----

Органическая химия

Ч. Х. Эгеону, П. А. Гурбанов, член-корр. М. М. Мовсумзаде, Э. А. Агаева. Сопряженное галогенирование стирола с оксираном с последую- щим взаимодействием синтезированных эфиров с вторичными аминами	56
--	----

Физическая химия

М. Х. Анпагиев, член-корр. З. Г. Зулфугаров, М. Н. Джавадов, Т. А. Агдамский, В. Г. Халилзаде. Исследование взаимодействия ами- нокомплексов ионов меди с цеолитами при очистке сточных вод	61
---	----

Тектоника

Ф. С. Магеррамова, В. А. Огаджанов. Разломная тектоника запад- ного шельфа Южного Каспия по космогеологическим данным	65
--	----

Петрография

Н. М. Селимханов. Об основных чертах магматизма северо-восточной части Малого Кавказа	70
--	----

Агрохимия

А. Н. Гюльяхмедов, Н. А. Агаев, И. Г. Агаев. Распределение микро- элементов по профилю почв Малого Кавказа (на примере Кельбаджарского и Аг-	
---	--

дамского районов Азербайджанской ССР)	73
Систематика растений	
М. А. Касумов. Некоторые флавоноидосодержащие растения, пригодные для окрашивания шерстяной пряжи	78
История	
Н. Я. Макеев. Об одной неизвестной листовке «Гуммета» (1906 г.).	83
Этнография	
Э. Ю. Джавадова, Г. Д. Джавадов. Народный земледельческий календарь азербайджанцев	87

Сдано в набор 3/X-1983 г. Подписано к печати 23. 01. 84.
ФГ 00510. Формат бумаги 70×100¹/₁₆. Бумага типографская № 1.
Гарнитура шрифта литератур. Печать высокая. Печ. лист 7,8.
Уч. изд. лист 8,37. Тираж 620. Заказ 1339. 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 страницы. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки. Подстрочные и надстрочные индексы и степени следует отмечать карандашом, дугами сверху и снизу:

$$R^n, r_n$$

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

Во избежание ошибок следует четко обозначать прописные (заглавные) и строчные буквы латинского алфавита, имеющие сходное начертание (Cc; Kk; Pp; Oo; Ss; Uu; Vv; и т. д.), буквы I(i) и J(j) букву I и римскую единицу I, а также арабскую цифру 1 и римскую I, (вертикальная черта), 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), $\odot$, $\otimes$, $\boxtimes$; $\square$, $\square$, $\diamond$, $\vee$, $\wedge$ (крышки) над и под буквами, а также знаков:

$$^h \mathbf{X}, \mathbb{E}, \mathbb{F}, \mathbb{G}, \mathbb{H}$$

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.