11-168
9

ISSN 0002—3078

АЗӘРБАЈҸАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МӘ'РУЗӘЛӘР
ДОКЛАДЫ

том XXXVIII ҹилд

1982 · 9

ЦНБ

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

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

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

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

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

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

Статьи с просьбой направить их на представление редакцией не принимаются.

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

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

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

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

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

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

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

8. В «Докладах» публикуются статьи, занимающие не более $1/4$ 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)

АЗӘРБАЈҸАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МӘ'РУЗӘЛӘР
ДОКЛА...

ТОМ XXXV...

№

Писать разборчиво

Шифр . . . .

Автор

Назв...

Центральная ... библиотека ...

„ЕЛМ" НӘШРИЈЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЭЛМ"
БАКЫ—1982—БАКУ

П-168

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

© Издательство „Элм". 1982 г.

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

АЗӘРБАЈҸАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД № 9 1982

УДК 517.984 МАТЕМАТИКА

Акад. Ф. Г. МАКСУДОВ, М. М. ГУСЕЙНОВ

ПОЛИНОМИАЛЬНЫЙ ПУЧОК ПРИ НАЛИЧИИ НЕПРЕРЫВНОГО СПЕКТРА В БАНАХОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

В настоящей работе исследуется спектр одного класса полиномиальных пучков, определяются условия, при которых резольвента данного пучка аналитически продолжается через непрерывный спектр и в заключение приводится теорема о кратном разложении. Аналогичные задачи в случае гильбертова пространства для линейного и полиномиального пучков решены в [1, 2], а в случае банахова пространства, для линейного и квадратичного пучков в работах [3, 4].

В банаховом пространстве B_0, обладающем свойством аппроксимации, рассмотрим полиномиальный пучок

$$P(\lambda) = A^n - \lambda^n I + \lambda^{n-1} A_1 + \cdots + \lambda A_{n-1} + A_n,$$

где A есть H-оператор, а операторы $A_i\,(i=\overline{1,n})$—сужения на B_0 ограниченных операторах $\hat{A}_i\,(i=\overline{1,n})$, действующих из банахова пространства B_2 в B_1, связанных с B_0 соотношением $B_1 \subset B_0 \subset B_2$ (относительно конструкций B_1 и B_2 см. [4]).

Обозначим через $P_0(\lambda) = A^n - \lambda^n I$, а резольвенту пучков $P(\lambda)$ и $P_0(\lambda)$ через $R_\lambda(P) = P^{-1}(\lambda)$ и $R_\lambda(P_0) = P_0^{-1}(\lambda)$, далее эти же операторы, рассматриваемые из B_1 в B_2 через $R_\lambda^1(P)$ и $R_\lambda^1(P_0)$. Введем в рассмотрение изометрические операторы U_1 и U_2, действующие соответственно из B_1 в B_0 и из B_0 и B_2.

Исследование проводится при следующих предположениях:

а) пучок $P_0(\lambda)$ имеет непрерывный спектр, совпадающий с отрезком $[\omega_k\alpha, \omega_k\beta]$, где $\omega_k^n = 1$, а α, β—вещественные числа;

б) операторы $P_i(\lambda) = R_\lambda(P_0) A_i\,(i=\overline{1,n})$—вполне непрерывны в B_0;

в) операторы функции $R_j(\lambda) = \lambda^j U_2^{-1} R_\lambda^1(P_0)\hat{A}_{n-j} U_2\;(j=\overline{0,n-1})$, действующие в пространстве B_0, имеют аналитическое продолжение $R_j^+(\lambda) = \lambda^j U_2^{-1} R_\lambda^+(P_0)\hat{A}_{n-j} U_2$ из области $\Omega_k^+ = \{\lambda \mid \arg\omega_{k-1} < \arg\lambda < \arg\omega_k\}$ в более широкую область Ω_k такую, что $[\omega_k\alpha, \omega_k\beta] \subset \Omega_k$ и значения $R_j^+(\lambda)$ вполне непрерывны в B_0. Аналогично, оператор $R_j(\lambda)$ имеет аналитическое продолжение $R_j^-(\lambda) = \lambda^j U_2^{-1} R_\lambda^-(P_0)\hat{A}_{n-j} U_2$ из области $\Omega_k^- = \{\lambda \mid \arg\omega_k < \arg\lambda < \arg\omega_{k+1}\}$ в Ω_k^*, где $[\omega_k\alpha, \omega_k\beta] \subset \Omega_k^*$ и $R_j^-(\lambda) \in \sigma_\infty(B_0)$.

г) оператор-функция $S_\lambda = U_2^{-1} R_\lambda^1(P_0)\, U_1^{-1}$ имеет аналитическое продолжение $S^{\lambda} = U_2^{-1} R_\lambda^+ (P_0) U_1^{-1} (S_\lambda^- = U_2^{-1} R_\lambda^- (P_0) U_1^-)$ из области $\Omega_\kappa^+ (\Omega_\kappa^-)$ в область $\Omega_\kappa (\Omega_\kappa^\bullet)$ и $R_j^- (\lambda) \in \sigma_\infty (B_0)$.

Имеет место следующая

Теорема 1. *Пусть для операторов* $R^j(\lambda)$ $(j = \overline{0, n-1})$ *выполняется условие.*

$$\lim_{\substack{|\lambda| \to \infty \\ \lambda \in \Omega_\kappa}} \| R_j^+ (\lambda) \| = 0 \quad \lim_{\substack{|\lambda| \to \infty \\ \lambda \in \Omega_\kappa^\bullet}} \| R_j^- (\lambda) \| = 0$$

Тогда оператор-функция $G_\lambda = U_2^{-1} R_\lambda^1 (P) U_1^{-1}$ *имеет конечномероморфное продолжение* $G_\lambda^+ = U_2^{-1} R_\lambda^+ (P) U_1^{-1} (G_\lambda^- = U_2^{-1} R_\lambda^- (P) U_1^{-1})$ *из области* $\Omega_\kappa^+ (\mathcal{G}_\kappa^-)$ *в область* $\Omega_\kappa (\Omega_\kappa^\bullet)$.

Здесь оператор $R_\lambda^+ (P) (R_\lambda^- (P))$ *означает аналитическое продолжение оператора* $R_\lambda^1 (P)$ *из области* $\Omega_\kappa^+ (\Omega_\kappa^-)$ *в область* $\Omega_\kappa (\Omega_\kappa^\bullet)$,

Заметим, что все утверждения будем доказывать для оператора G_λ^+, так как для G_λ^- доказательство проводится аналогичным образом

Доказательство. Из определения резольвенты следует, что, при $\lambda \in \Omega_\kappa^+$

$$R_\lambda (P) = R_\lambda (P_0) - R_\lambda (P_0) \{\lambda^{n-1} A_1 + \cdots + \lambda A_{n-1} + A_n\} R_\lambda (P),$$

а отсюда в силу введенных обозначений

$$G_\lambda = (I + R_0(\lambda) + R_1(\lambda) + \cdots + R_{n-1}(\lambda))^{-1} S_\lambda \qquad (1)$$

В силу условий в) и г) операторы $R_j(\lambda)$ и S_λ имеют аналитическое продолжение из Ω_κ^+ в Ω_κ. Далее, из условия теоремы следует, что оператор $(I + R_0(\lambda) + R_1(\lambda) + \cdots + R_{n-1}(\lambda))^{-1}$ существует и ограничен.

Поэтому, используя аналог теоремы Келдыша (см. [5]), заключаем, что оператор $(I + R_0^+(\lambda) + \cdots + R_{n-1}^+(\lambda))^{-1}$ ограничен для всех $\lambda \in \Omega_\kappa$, за исключением быть может, не более чем счетного множества изолированных точек с возможными предельными точками на границе Γ_κ области Ω_κ.

Далее, учитывая (1), приходим к выводу, что оператор G_λ имеет мероморфное продолжение G_λ^+ и значения G_λ^+, если они существуют, являются вполне непрерывными операторами действующими в пространстве B_0.

Наконец, используя теорему Келдыша в случае банахова пространства, о главной части резольвенты в окрестности полюса (см. [5]), мы завершаем доказательство.

Таким образом, если $\mu \in \Omega$—полюс порядка m оператор-функции G_λ^+, т. е. ряд Лорана имеет вид:

$$G_\lambda^+ = \frac{K_1}{(\lambda - \mu)^m} + \frac{K_2}{(\lambda - \mu)^{m-1}} + \cdots + \frac{K_m}{\lambda - \mu} + G_\mu(\lambda), \qquad (2)$$

то операторы $K_1, K_2, \ldots, K_m$—конечномерные в банаховом пространстве B_0. Здесь $G_\mu^+(\lambda)$—регулярная часть в разложении Лорана.

Следствие 1. Оператор-функция G_λ^+ имеет не более чем счетное множество M полюсов из Ω_κ с возможными предельными точками на границе.

Теорема 2. *Непрерывный спектр пучка* $P(\lambda)$ *совпадает с* $[\omega_\kappa \alpha, \omega_\kappa \beta]$ *за исключением, быть может множества* $M \cap (\omega_\kappa \alpha, \omega_\kappa \beta)$.

Перепишем разложение (2) в виде

$$R_\lambda^+ (P) f = \frac{W_1 f}{(\lambda - \mu)^m} + \frac{W_2 f}{(\lambda - \lambda)^{m-1}} + \cdots + \frac{W_m f}{\lambda - \mu} + T_\mu(\lambda) f. \qquad (3)$$

где $W_j = U_2 K_j U_1 (j = \overline{1, m})$, $f \in B_1$, $T_\mu(\lambda) = U_2 G_\mu(\lambda) U_1$

и дадим определение.

Определение. Те полюсы оператор-функции G_λ^+, лежащие на непрерывном спектре, для которых в разложении (3) все $W_j f \in B_2$, но не принадлежат B_0, будем называть спектральной особенностью пучка $P(\lambda)$.

Из этого определения, в сочетании с теоремой 1, вытекают следующие следствия.

Следствие 2. Если $\mu \in M \cap (\omega_\kappa \alpha, \omega_\kappa \beta)$ и $B_0 \cap B^{(1)} = \{0\}$ том является спектральной особенностью пучка $P(\lambda)$. Здесь $B^{(1)}$ — область значений оператора W_j $(i = \overline{1, m})$.

Следствие 3. Пусть $\mu \in M$ и операторы W_j ограничены в банаховом пространстве B_0, тогда μ является собственным значением пучка $P(\lambda)$.

Определение. Пусть $\mu \in \Omega_\kappa$ и векторы $\varphi_j \in B_2$ $(j = \overline{1, m})$ удовлетворяют уравнениям:

$$\varphi_1 = -R_\lambda^+ (P_0) \{\lambda^{n-1} \hat{A}_1 + \lambda^{n-2} \hat{A}_2 + \cdots + \lambda \hat{A}_{n-1} + A_n\} \Big|_{\lambda=\mu} \varphi_1 \qquad (4)$$

$$\varphi_j = -\sum_{\kappa=1}^{j} \frac{1}{(\kappa - 1)!} \frac{d^{\kappa-1}}{d\lambda^{\kappa-1}} \Big\{ R_\lambda^+ (P_0) \sum_{l=1}^{n} \lambda^{n-l} \hat{A}_l \Big\} \Big|_{\lambda=\mu} \varphi_{j+1-\kappa},$$

а уравнение

$$\varphi_{m+1} = -\sum_{\kappa=1}^{m+1} \frac{1}{(\kappa - 1)!} \frac{d^{\kappa-1}}{d\lambda^{\kappa-1}} \Big\{ R_\lambda^+ (P_0) \sum_{l=1}^{n} \lambda^{n-1} \hat{A}_l \Big\} \Big|_{\lambda=\mu} \varphi_{m+2-\kappa}$$

не имеет решения из B_2. Тогда система векторов φ_j $(j = \overline{1, m})$ из B_2 назовем (о. с. п. в) пучка $P(\lambda)$, отвечающих обобщенному собственному значению μ (о. с. з). В силу предположения г) оператор $R_\lambda^+ (P_0) = U_2 S_\lambda^+ U_1$ является вполне непрерывным из B_1 в B_2 при $\lambda \in \Omega_\kappa$.

Теорема 3. *Множество о. с. з.* M_1 *пучка* P_λ *совпадает с множеством* M *полюсов оператор-функции* G_λ^+.

Доказательство следует из определения (4) и очевидного тождества

$$G_\lambda^+ (U_1^{-1} f) = S_\lambda^+ (U_1^{-1} f) - S_\lambda^+ \{\lambda^{n-1} D_1 + \cdots + D_n\} G_\lambda^+ (U_1^{-1} f),$$

где $D_l = U_1 \hat{A}_l U_2 (l = \overline{1, n})$, $\lambda \in \Omega_\kappa^+$, $f \in B_0$.

Аналогичным образом можно определить цепочку о. с. п. в. для сопряженного пучка. Приведем лишь систему

$$\psi_1 = -\Big\{ \Big[\lambda^{n-1} \hat{A}_1 + \cdots + \lambda \hat{A}_{n-1} + \hat{A}_n \Big] R_\lambda^- (P_0) \Big\} \Big|_{\lambda=\mu}^{\bullet} \psi_1$$

$$\psi_\kappa = -\sum_{\rho=1}^{\kappa} \frac{1}{(\rho - 1)!} \Big\{ \frac{d^{\rho-1}}{d\lambda^{\rho-1}} \Big[\sum_{l=1}^{n} \lambda^{n-l} \hat{A}_l \Big] R_\lambda^- (P_0) \Big\} \Big|_{\lambda=\mu}^{\bullet} \psi_{\kappa-\rho+1},$$

где векторы $\psi_к \in B^*_к$, а $R^-_\lambda(P_0) = U_2 S^-_\lambda U_1$ и в силу предположения г) является вполне непрерывным из B_1 в B_2.

Пусть выполнены все условия а) —г), дополнительно предположим, что пучок $P(\lambda)$ имеет лишь конечное число собственных значений λ_i с $\arg\lambda_i \neq \arg\omega_к$ $(i = 1, m_к)$ $(к = \overline{1, n})$, в каждом из секторов $\arg\omega_{к-1} < \arg\lambda < \arg\omega_к$ и конечное число о. с. з. $\mu^+_{j_к}$ $(j'_к = \overline{1, \alpha_к})$ и $\mu^-_{j_к}$ $(j''_к = \overline{1, \alpha'_к})$ из $(\alpha\omega_к, \beta\omega_к)$. Числа $\beta^+_{j_к}$ $(\mu^-_{j_к})$ являются полюсами G^+_λ (G^-_λ) при продолжении G_λ из области $\Omega^+_к$ $(\Omega^-_к)$ через $(\alpha\omega_к, \beta\omega_к)$. Среди чисел $\mu^+_{j_к}$ и $\mu^-_{j_к}$ могут быть совпадающие. Пусть нумерация проведена так, что $\mu^+_1 = \mu^-_1, \ldots, \mu^+_{p_к} = \mu^-_{p_к}$ $(p_к \leqslant \alpha,\ p_к \leqslant \alpha'_к)$.

Через $\Gamma_к$ обозначим контур, который состоит из подотрезков луча $\lambda = \arg\omega_к$ и из полуокружностей достаточно малых радиусов с центрами в точках $\mu^+_1, \mu^+_2, \ldots, \mu^+_{\alpha_к}$ в $\Omega_к$—с центрами в точках $\mu^-_{p_{к+1}}, \ldots, \mu^-_{\alpha_к}$ в $\Omega^*_к$.

При этих предположениях имеет место следующая

Теорема 4. *Пусть* $f_i \in B_1$, $f_i \in D\left[P(\lambda) + \lambda^n I\right]^{n+1}\left[P(\lambda) + \lambda^n I\right]$ $f_i \in B_1$ $(i = \overline{0, n-1})$ *и пусть выполняются условия из теоремы 1 и наконец пусть*

$$\lim_{\substack{|\lambda|\to\infty \\ \lambda\in\Omega_к}} \left\| U_2^{-1} R^+_\lambda(P_0) U_1^{-1} \right\| = 0, \quad \lim_{\substack{|\lambda|\to\infty \\ \lambda\in\Omega^*_к}} \left\| U_2^{-1} R^-_\lambda(P_0) U_1^{-1} \right\| = 0$$

Тогда имеют место разложения

$$U_2^{-1} f_0 = \frac{1}{2\pi i}\sum_{к=1}^{n}\int_{\Gamma_к}\{G^+_\lambda - G^-_\lambda\}\, U_1(\lambda^{n-1} f_0 + \cdots + f_{n-1})\, d\lambda -$$
$$- \sum_{к=1}^{n}\sum_{l=1}^{m_к} \operatorname{Res} G U_1(\lambda^{n-1} f_0 + \cdots + f_{n-1})\big|_{\lambda=\lambda_l} -$$
$$- \sum_{к=1}^{n}\sum_{j=1}^{p_к} \operatorname{Res} G^-_\lambda U_1(\lambda^{n-1} f_0 + \cdots + f_{n-1})\big|_{\lambda=\mu_j}$$

$$U_2^{-1}(A^\rho_1 f_0 + f_\rho) = \frac{1}{2\pi i}\sum_{к=1}^{n}\int_{\Gamma_к}\lambda^\rho\{G^+_\lambda - G^-_\lambda\}\, U_1(\lambda^{n-1} f_0 + \cdots + f_{n-1})\, d\lambda -$$
$$- \sum_{к=1}^{n}\sum_{l=1}^{m_к} \operatorname{Res} \lambda^\rho G_\lambda U_1(\lambda^{n-1} f_0 + \cdots + f_{n-1})\big|_{\lambda=\lambda_l} -$$
$$- \sum_{к=1}^{n}\sum_{j=1}^{p_к} \operatorname{Res} \lambda^\rho G^-_\lambda U_1(\lambda^{n-1} f_0 + \cdots + f_{n-1})\big|_{\lambda=\mu_j},$$

где $\rho = \overline{1, n-1}$.

В условии теоремы $D(P(\lambda))$ обозначает область определения пучка.

Литература

1. Гасымов М. Г., Максудов Ф. Г. Функциональный анализ и его приложения, т. 6, вып. 3, 16—24, 1972. 2. Максудов Ф. Г. «Изв. АН Азерб. ССР», № 5, 35—40, 1974. 3. Гусейнов М. М., Максудов Ф. Г. Спектральная теория операторов. Изд-во «Элм», 44—64. Баку, 1979. 4. Максудов Ф. Г., Гусейнов М. М. «ДАН Азерб. ССР», т. XXXV, 1, 9—12, 1979. 5. Гасанов Э. Э. Автореф. канд. дисс. Баку, 1973.

Институт математики и механики *Поступило 15.IX.1981*

Ф. Г. Магсудов, М. М. Һүсејнов

БАНАХ ФӘЗАСЫНДА КӘСИЛМӘЗ СПЕКТРИ ОЛАН ПОЛИНОМИАЛ ДӘСТӘ

Мәгаләдә бир синиф полиномиал дәстәнин спектри тәтбиг едилмиш, дәстәнин әмсаллары үзәринә елә шәртләр тапылмышдыр ки, бу шәртләр дахилиндә резолвента тәбии аналитиклик областдан кәнара аналитик давам олунур. Үмумиләшмиш мәхсуси әдәдә ујғун олан үмумиләшмиш мәхсуси вә гошма елементләрин тә'сири вә тәкрар ајрылыш теореми верилмишдир.

F. G. Maksudov, M. M. Guseinov

A POLYNOMIAL BUNCH ON CONDITION OF A CONTINUOUS SPECTRUM IN THE BANACH SPACE

In this paper the spectrum of one class of polynomial bunch is studied, conditions for coefficients, under which the resolvent of this bunch can be analytically extended over the natural range of definition, are found. The definition of generalized eigen and adjugate vectors corresponding to the generalized eigen value of this bunch is introduced and the theorem about the multiple decomposition is proved.

АЗӘРБАЈҸАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД №9 1982

УДК 517.946 МАТЕМАТИКА

К. Р. КЕРИМОВ

КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ТИПА БИЦАДЗЕ-САМАРСКОГО ДЛЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА С ОПЕРАТОРНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

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

В работе рассматривается следующая краевая задача

$$Lu = u''(t) + a_1Au'(t) + a_2A^3u(t) = f(t) \quad 0 \leqslant t \leqslant T \tag{1}$$

$$L_1u = u(0) = f_1, \; L_au - u(c) - \alpha u(T) = f_2 \quad 0 \leqslant c < T \tag{2}$$

в гильбертовом пространстве H, где A—линейный замкнутый оператор в H, a_1, a_2 и $\alpha \neq 0$—комплексные числа.

Аналогичная задача для эллиптического уравнения с частными производными впервые была исследована в работе Бицадзе и Самарского [1]. Для операторно дифференциального уравнения рассматриваемая задача исследована лишь в случае, когда $c=0$ [2—5].

Через $L_2(0, T; H)$ будем обозначать гильбертово пространство сильно измеримых функций $f(t)$, определенных на $[0, T]$ со значениями в H, для которых $\|f(t)|$ суммируема с квадратом. $W_2^2(0, T; H(A^2), H) = \{u(\cdot)\ (u(\cdot) \in L_2(0, T; H(A^2), u''(\cdot) \in L_2(0, T; H)\}$

Обозначим через ω_1 и ω_2 корни характеристического уравнения

$$\omega^2 + a_1\omega + a_2 = 0$$

Сначала вместо задачи (1)—(2) исследуем следующую задачу

$$L_\lambda u = u''(t) + a_1(A+\lambda I)u'(t) + a_2(A+\lambda I)^2u(t) = f(t) \tag{1'}$$

$$u(0) = f_1, \; u(c) - \alpha u(T) = f_2 \tag{2}$$

Теорема 1. *Пусть*

1°. *Оператор A самосопряжен и полуограничен снизу* $\operatorname{Re}\omega_1 < 0$, $\operatorname{Re}\omega_2 < 0$

2°. $f(t) \in L_2(0. T; H)$

3°. $f_1, f_2 \in H(A^{3/2})$

Тогда существует такое λ_0, что при любом $\lambda \geqslant \lambda_0$ задача (1')—(2) имеет единственное решение $u(\cdot) \in W_2^2(0, T, H(A^2), H)$

Доказательство. Общее решение однородного уравнения

$$u''(t) + a_1(A+\lambda I)u'(t) + a_2(A+\lambda I)^2u(t) = 0 \tag{3}$$

будем искать в виде

$$u_0(t) = e^{\omega_1(A+\lambda I)t}\cdot g_0 + e^{-\omega_2(A+\lambda I)(T-t)}\cdot g_1, \tag{4}$$

где g_0 и g_1 отыскиваются из (2). Действительно из (2) получим

$$\left.\begin{aligned} &g_0 + e^{-\omega_2(A+\lambda I)T}\cdot g_1 = f_1 \\ &\left[e^{\omega_1(A+\lambda I)c} - \alpha e^{\omega_1(A+\lambda I)T}\right]g_0 + \left[e^{-\omega_2(A+\lambda I)(T-c)} - \alpha I\right]g_1 = f_2 \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

Обозначим характеристический определитель через Δ_λ, т. е.

$$\Delta_\lambda = \begin{vmatrix} I & e^{-\omega_2(A+\lambda I)T} \\ e^{\omega_1(A+\lambda I)c} - \alpha e^{\omega_1(A+\lambda I)T} & e^{-\omega_2(A+\lambda I)(T-c)} - \alpha I \end{vmatrix}$$

Преобразуя его получим

$$\Delta_\lambda = C_\lambda + \alpha I, \tag{6}$$

где $C_\lambda = e^{-\omega_2(A+\lambda I)(T-c)} + \alpha e^{(\omega_1-\omega_2)(A+\lambda I)T} - e^{(\omega_1 c-\omega_2 T)(A+\lambda I)}$

Из наложенных условий следует, что $C_\lambda \to 0$ при $\lambda \to \infty$. Поэтому существует такое λ, что при $\lambda \geqslant \lambda_0$, $\|C_\lambda\| < \alpha$. Учитывая это из (6) получим, что Δ_λ обратим при $\lambda \geqslant \lambda_0$.

Тогда из (5) получим

$$g_0 = \Delta_\lambda^{-1}\left(e^{-\omega_2(A+\lambda I)(T-c)} - \alpha I\right)f_1 - \Delta_\lambda^{-1}e^{-\omega_2(A+\lambda I)T}f_2$$

$$g_1 = \Delta_\lambda^{-1}f_1 = \Delta_\lambda^{-1}\left[e^{\omega_1(A+\lambda I)c} + \alpha e^{\omega_1(A+\lambda I)T}\right]f_1 \tag{7}$$

Учитывая (7) и (4), так как $f_1, f_2 \in H(A^{3/2})$ получим, что $u_0(\cdot) \in W_2^2(0, T; H(A^2), H)$ [5] кроме того $u_0(\cdot)$ удовлетворяет задаче (2)—(3).

Пусть $u_1(\cdot)$ является решением уравнения (1') на всей оси. Известно, что $u_1(\cdot)$ существует и $u_1(\cdot) \in W_2^2(0, T; H(A^2), H)$ [5].

По теореме о следах [6] $u_1(0) \in H(A^{3/2})$ и $u_1(c) - \alpha u_1(T) \in H(A^{3/2})$ Теперь рассмотрим уравнение (3) с граничными условиями

$$u(0) = f_1 - u_1(0), \; u(c) - \alpha u(T) + f_2 - u_1(c) + \alpha u_1(T) \tag{8}$$

Как мы показали, существует решение $u_2(\cdot) \in W_2^2(0, T; H(A^2), H)$ задачи (1')—(9).

Функция $u(t) = u_1(t) + u_2(t)$ является требуемым решением задачи (1)—(2).

Из (6)—(7) следует, что если $f_i = 0$, то $g_i = 0$, $i = 1, 2$, т. е. однородная задача имеет лишь тривиальное решение при $\lambda > \lambda_0$. Этим доказывается единственность.

Из доказанной теоремы следует следующая теорема об изоморфизме.

Теорема 2. *Пусть оператор A—самосопряжен и полуограничен снизу. Пусть далее* $\operatorname{Re}\omega_1 < 0$, $\operatorname{Re}\omega_2 > 0$.

Тогда оператор $P_\lambda : u \to P_\lambda u = \{L_\lambda(D)u, L_1u, L_2u\}$ при достаточно больших $\lambda \geqslant \lambda_0$ является изоморфизмом (алгебраическим и топологическим) из $W_2^2(0, T; H(A^2), H)$ на $L_2(0, T; H) \times H(A^{3/2}) \times H(A^{3/2})$

Доказательство. Как правило, опираясь на теорему Банаха достаточно показать, что P_λ—алгебраический изоморфизм. Из вида $L_\lambda(D)$ ясно, что $L_\lambda(D)u \in L_2(0, T; H)$ при любом $u(\cdot) \in W_2^2(0, T; H(A^2), H)$. Из теоремы о следах следует, что $L_iu \in H(A^{3/2})$, $i=1, 2$. Сочетание это с теоремой 1, в которой показана иньективность и сюрьективность отображения P_λ, получим P_λ—алгебраический изоморфизм.

Теорма 3. *Пусть выполняются условия теоремы 1 и $A^{-1} \in \sigma_\infty(H)$. Тогда оператор $P : u \to Pu = \{Lu, L_1u, L_2u\}$, рассматриваемый как ограниченный оператор из $W_2^2(0, T; H(A^2), H)$ в $L_2(0, T; H) \times \times H(A^{3/2}) \times H(A^{3/2})$ является фредгольмовым.*

Доказательство. Так как

$$Lu = L_\lambda u(t) - a_1 \lambda u'(t) - 2a_2 \lambda A(t) - a_2 \lambda^2 u(t)$$

и оператор.

$$Q_\lambda : u \to C_\lambda u = [-a_1 \lambda u'(t) - 2a_2 \lambda A u(t) - a_2 \lambda^2 u(t),\ 0,\ 0]$$

является вполне непрерывными из $W_2^2(0, T; H(A^2), H)$ в $L_2(0, T; H) \times H(A^{3/2}) \times H(A^{3/2})$, то из $P = P_\lambda + C_\lambda$ в силу теоремы 2 и теоремы о возмущении фредгольмовых операторов следует утверждение теоремы 3.

Применим полученный результат к одной краевой задаче для эллиптического уравнения с частными производными.

Рассмотрим следующую краевую задачу

$$D_t^2 u(t, x) - \sum_{|\alpha| < 2m} a_\alpha(x) D^\alpha u(t, x) = f(t, x) \quad 0 \leqslant t \leqslant T,\ x \in \Omega \tag{9}$$

$$B_j(x, D) u(t, x)|_{\partial\Omega} = \sum_{|\alpha| < \kappa_j} b_{\alpha j}(x) D^\alpha u(t, x)|_{\partial\Omega} = 0,$$

$$\kappa_j \leqslant 2m - 1,\ j = \overline{1, m} \tag{10}$$

$$u(0, x) = f_1(x),\ u(c, x) - \alpha u(T, x) = f_2(x),\ x \in \Omega, \tag{11}$$

где $\Omega \subset R^n$, $D_t = \dfrac{\partial}{\partial t}$, $D^\alpha = D_1^{\alpha_1} \cdots D_n^{\alpha_n}$, $D_\kappa = \dfrac{\partial}{\partial x_\kappa}$

Теорема 4. *Пусть*

1) $a_\alpha(\cdot) \in C^{|\alpha|}(\overline{\Omega})$, $|a| \leqslant 2m$ *задача* $(B, \{B_j\}_1^m)$ *является формально самосопряженной, где* $B(x, D)u = \sum_{|\alpha| < 2m} a_\alpha(x) D^\alpha u(x)$

В равномерно положительно эллиптический оператор в Ω, т. е.

$$(-1)^m \sum_{|\alpha| = 2m} a_\alpha(x) \xi^\alpha > \delta^2 |\xi|^{2m}; \quad \xi \in R^n$$

2) Система граничных операторов образует нормальную систему на $\partial\Omega$ и на $\partial\Omega$ усиленно накрывает операторов B

3) $f(t, x) \in L_2((0, T) \times \Omega)$

4) $f_1(x), f_2(x) \in W_2^{\frac{3m}{2}}(\Omega)$, $B_j(x, D) f_\kappa(x)_{\partial\Omega} = 0$ для тех j, для которых $\kappa_j \leqslant \dfrac{3m}{2}$

Тогда задача (9)—(11) либо имеет единственное решение, принадлежащее $W_2^2(0, T; W_2^{2m}(\Omega, \{B_j\}_j^m))$, либо соответствующая однородная задача имеет конечное число линейно независимых решений, индекс задача равен нулю.

Доказательство данной теоремы получается применением теоремы 3.

В заключение автор выражает благодарность С. Я. Якубову и А. Б. Алиеву за внимание к работе.

Литература

1. Бицадзе А. В., Самарский А. А. „ДАН СССР", т. 185. № 4, 739—740, 1969. 2. Крейн С. Г. Линейные дифференциальные уравнения в банаховом пространстве. Физматгиз, 1967. 3. Якубов С. Я. „Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук", № 2, 37—42, 1973. 4. Керимов К. Р. „Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук", № 2, 1974. 5. Якубов С. Я., Карасик Б. Б., Мамедов К. С. „Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук", № 2, 1976. 6. Лионс Ж. Л., Мадженес Э. Неоднородные граничные задачи и их приложения. Мир. М., 1971.

Институт математики и механики

Поступило 24. XI 1980

К. Р. Кәримов

ОПЕРАТОР ӘМСАЛЛЫ ИКИНЧИ ТӘРТИБ ДИФЕРЕНСИАЛ ТӘНЛИКЛӘР ҮЧҮН БИТСАДЗЕ-САМАРСКИ ТИПЛИ СӘРҺӘД МӘСӘЛӘСИ

Мәгаләдә икинчи тәртиб оператор әмсаллы диференсиал тәнликләр үчүн Һилберт фәзасында үч нөгтәви сәрһәд мәсәләси тәдгиг олунур. Хүсуси төрәмәли еллиптик диференсиал тәнликләр үчүн аналожи мәсәләни биринчи дәфә Битсадзе вә Самарски ишләмишләр. Оператор әмсаллы диференсиал тәнликләр үчүн алынан бу нәтичә ејни заманда хүсуси төрәмәли еллиптик тәнликләр үчүн бир сәрһәд мәсәләсинә тәтбиг олунур.

K. R. Kerimov

THE BOUNDARY VALUE PROBLEM OF THE BITSADZE—SAMARSKY TYPE FOR THE ELLIPTIC EQUATION OF THE SEGOND ORDER WITH THE OPERATOR COEFFICIENTS

In this work three-point boundary value problem of the operator differentia equation of the second order in Hilbert space is investigated. By means of some natural suggestion the fredholmovity of the problem is proved. The gained results have been used for the investigation of the boundary value problems of the elliptic partial differential equations.

ӘЗӘРБАЈҸАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД № 9 1982

УДК 517.51

МАТЕМАТИКА

К. У. РЗАЕВ

ОБОБЩЕНИЕ ТЕОРЕМЫ РАДОНА—НИКОДИМА

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

В работе [1] автором были установлены некоторые критерии типа Ф. Рисса для функций множеств при условии непрерывности меры μ, т. е. при условии возможности разбить любое множество конечной меры на конечное число дизъюнктных подмножеств произвольно малой меры. Избавляясь от этого дополнительного условия, автор приходит к обобщению теоремы Радона—Никодима (в том числе и для комплекснозначных функций).

Будем иметь ввиду следующее определение. Пусть X—произвольное множество с σ-конечной, счетно-аддитивной, положительной мерой μ, заданной на σ-алгебре S его определенных подмножеств или, что тоже самое, на борелевской алгебре S [2]. Эту систему взаимно связанных понятий (X, S, μ) для краткости назовем произвольным пространством X с мерой μ. Всюду в дальнейшем, если не будет оговорок, мы будем иметь ввиду именно это пространство.

В соответствии с известной терминалогией (см. [2]) произвольную счетно-аддитивную функцию множеств, определенную на борелевской алгебре и допускающую значения любого знака, называют также и зарядом.

Для получения основных результатов статьи о представлении заряда в виде интеграла от функции, принадлежащей различным классам, близким к классам типа Орлича [3], используется работа автор [1], известная лемма атомической теории меры—лемма Сакса [4] и установленные здесь обобщения одной теоремы Л. Д. Кудрявцева о p-вариации отображений [5] на случай B-пространств (см. теорему 1) и одного критерия о суммируемости функции на всех множествах конечной меры, принадлежащих X (см. теорему 2).

Теорема 1. *Пусть μ счетно-аддитивная, комплексная или со значениями из расширенной области вещественных чисел, мера и пусть $g(x)$ есть μ—интегрируемая функция, действующая в B-пространство,* $\nu E = \int_E g(x)\, d\mu$. $E \in S$, $E \subset X$, $v(\mu, X) < \infty$ (см. [4]).

Тогда для любого измеримого множества $E \in S$ имеет место равенство

$$S_M(\nu, E) = \int_E M(\| g(x) \|)\, v(\mu, ds), \qquad (1)$$

где $M \not\equiv 0$ выпуклая* вниз функция, $M(0) = 0$, $M(u) \geqslant$ при $u > 0$, а

$$S_M(\nu, E) = \sup_{E_i \in (\tau)} \sum_i M\left(\frac{\| \nu(E_i) \|}{v(\mu, E_i)}\right) v(\mu, E_i)^{**}.$$

*Всюду имеем ввиду непрерывные выпуклые функции M.

** Любые неопределенности вида $\infty \cdot 0$, $0/0, \ldots$ в соответствующих слагаемых мы заменяем нулем; (τ)—любое конечное разбиение $\{E_i\}$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$ множества E на дизъюнктные подмножества $E_i \in S$.

Замечание. Если дополнительно $M(0) = 0$, $M(u) \geqslant 0$ при $u > 0$ и функция $g(x)$ μ—интегрируема лишь на множествах X_n, $X = \cup X_n$, $v(\mu, X_n) < \infty$, то равенство (1) останется верным и в этом случае в силу счетной аддитивности полной M-вариации $S_M(\nu, E)$.

Теорема 2. *Пусть X—произвольное пространство с мерой μ. Для того чтобы μ-измеримая [2], [4] функцкя $f(x)$, определенная на X и действующая в B-пространство, была μ-интегрируема на всех множествах E конечной меры, необходимо и достаточно, чтобы она представлялась в виде суммы трех функций $f(x) = g(x) + h(x) + \kappa(x)$, где $g(x)$ μ-интегрируема на X, $h(x)$ μ-измерима и ограничена (по норме), а $\kappa(x)$ μ-измеримая функция, не равная нулю разве лишь на атомах $A_i \subset X$ с мерой $\mu A_i \geqslant \delta$, где $\delta > 0$—некоторое функсированное число.*

Определение 1. Будем говорить, что функция $u(t) \in L_M(G)$, $t \in G$, если $\int_G M(|u|)\, d\mu < \infty$.

Определение 2. Функцию множеств $\lambda(E)$, заданную на σ-алгебре S, будем называть M—абсолютно непрерывной, если для любого $\varepsilon > 0$ найдётся такое $\delta > 0$, что для любой (можно лишь конечной, что эквивалентно) системы $\{e_i\}$, $e_i \in S$, $e_i \cap e_j = \varnothing$, $i \neq j$, $e \cup e_i$ с мерой $\mu e < \delta$, будет

$$\sum M\left(\frac{|\lambda(e_i)|}{\mu e_i}\right) \cdot \mu e_i < \varepsilon.$$

Определение 3. Комплексную функцию множеств $\lambda(E)$ будем называть определенной, если является определенной [1] в отдельности ее вещественная и мнимая часть.

Определение 4. Будем говорить, что интеграл от компекснозначной функции имеет смысл, если имеет смысл интеграл от каждой в отдельности ее вещественной и мнимой части.

Определение 5. Будем говорить, что интеграл от вещественнозначной функции $f(x)$ на X имеет смысл, если одна из функций $f_+ = f\,(f \geqslant 0)$ и $f_- = f\,(f < 0)$ μ-интегрируема на X, а другая μ-интегрируема на каждом $X_n \in S$ при некотором разбиении X в виде $X = \cup X_n$.

Определение 6. Будем говорить, что выпуклая вниз функция M удовлетворяет условию A, если $\frac{M(u)}{u} \to +\infty$ при $u \to +\infty$.

Теорема 3. *Пусть X—произвольное пространство с мерой μ и M—выпуклая вниз функция, $M(0) = 0$, $M(u) \geqslant 0$ при $u > 0$, $M(u) \not\equiv 0$. Тогда для того, чтобы комплексная функция множества $\lambda(E)$, заданная на σ-алгебре S, была представима в виде*

$$\lambda(E) = \int_E f(x)\, d\mu, \qquad (2)$$

где $E \in S$, $f(x) \in L_M(X) \cap L(X)$ (по μ), необходимо и достаточно, чтобы она была конечна, счетно-аддитивна и M—абсолютно непрерывна. При этом $f(x)$ определена единственным образом с точностью до эквивалентности.

Теорема 3 представляет собой обобщение теоремы Радона—Никодима*.

Теорема 4. *Пусть X—произвольное пространство с мерой μ и M—выпуклая вниз функция, $M(0)=0$, $M(u)\geqslant 0$ при $u>0$ $M(u)\neq 0$ Тогда для того, чтобы комплексная функция множеств $\lambda(E)$, заданная на σ-алгебре S, была представима в виде имеющего смысла на X интеграла (2) от функции $f(x)$, определенной на всем X, где $E\in S$, $f(x)\in L_M(E')$ (по μ), E'—любое измеримое множество конечной меры, необходимо и достаточно, чтобы она была определенной, σ-конечной, счетно-аддитивной и M—абсолютно непрерывной. Функция $f(x)$ определяется единственным образом с точностью до эквивалентности.*

Следующая теорема 5 б) даёт обобщение теоремы Л. Д. Кудрявцева [5] на случай комплекснозначных функций множеств.

Теорема 5. *Пусть X—произвольное пространство с мерой и M—выпуклая вниз функция, $M(0)=0$, $M(u)\geqslant 0$ при $u>0$, $M(u)\neq 0$, удовлетворяющая условию A.*

а) Для того чтобы комплексная функция множеств $\lambda(E)$ была представима в виде (2), где $f(x)\in L_M(X)\cap L(X)$ (по μ), необходимо и достаточно, чтобы она была конечная, счетно-аддитивная и чтобы

$$S_M(\lambda, X)<\infty. \tag{3}$$

б) Для того, чтобы комплексная функция множеств $\lambda(E)$ была представима в виде интеграла (2), имеющего смысл на X, где $f(x)\in L_M(X)$ (по μ), необходимо и достаточно, чтобы она была определенная, σ—конечная, счетно-аддитивная и чтобы выполнялось условие (3).

Теорема 6. *Пусть X—произвольное пространство с мерой и M—выпуклая вниз функция, $M(0)=0$. $M(u)\geqslant 0$ при $u>0$, $M(u)\neq 0$, удовлетворяющая условию A.*

а) Для того, чтобы комплексная функция $\lambda(E)$, определенная на измеримых множествах $E\in S$ конечной меры представлялась в форме (2), где $f(x)$ определена во всем X и $f(x)\in L_M(E)$ для любого множества E конечной меры, необходимо и достаточно, чтобы она была определенная, σ—конечная, счетно-аддитивная по множествам конечной меры и чтобы для любого множества E конечной меры существовало бы такое $K_E>0$, что при всяком разбиении E вида $E=\bigcup E_i$, $E_i\cap E_j=\varnothing$, $i\neq j$, было бы

$$\sum_i M\left(\frac{|\lambda(E_i)|}{\mu E_i}\right)\cdot\mu E_i\leqslant K_E, \tag{4}$$

где K_E зависит лишь от множества E и не зависит от способа разбиения E.

б) Для того, чтобы комплексная функция множеств $\lambda(E)$, заданная на S, была представима в виде имеющего смысл на X интеграла (2) от функции $f(x)$, определенной на всем X, где $E\in S$, $f(x)\in L_M(E')$ (по μ), E'—любое измеримое множество конечной меры, необходимо и достаточно, чтобы она была определенной, σ-конечной, счетно-аддитивной и чтобы выполнялось условие (4).

* Абсолютную непрерывность $\lambda(E)$ мы понимаем в смысле $|\lambda(E)|<\varepsilon$ при $\mu E<\delta(\varepsilon)$. Известно, что при конечности и счетной аддитивности λ это условие эквивалентно условию: $\lambda(E)=0$ при любом $E\in S$, $\mu E=0$.

Следствие. При выполнении условий каждой из теорем 3, 4, 5 и 6 имеет место равенство

$$S_M(\lambda, X)=\int_X M(|f|)\,d\mu.$$

Это вытекает из равенства (1) теоремы 1 и из необходимых условий соответствующих теорем.

Примечание. Установленным подходом можно убедится, что все теоремы верны, если их формулировать не только для выпуклой функции $M_1=M(|u|)$, а для выпуклой функции $M(z)$, (т. е. удовлетворяющей аналогичному определению выпуклости на комплексной плоскости z, в частности, вещественный случай). При этом для теорем в терминах M—абсолютной непрерывности требовать $M(0)=0$, $M(z)\geqslant 0$, $M(z)\neq 0$ для $|z|=r>0$ и некоторого r $\left(\text{тогда } \frac{M(z)}{|z|}\geqslant\right.$ $\left.\geqslant C>0,\ |z|\to\infty\right.$, а также верна теорема 1), а в терминах M—ограниченной вариации требовать ещё, в частности $M(z)\geqslant M(|z|)\neq 0$, $\frac{M(z)}{|z|}\to\infty$, при $|Z|\to\infty$. При $v(\mu, E)<\infty$ теоремы верны для функций M и в виде $M(z+K)+C$, где K и C—постоянные.

Полученные теоремы 3, 4, 5, 6 верны и тогда, если необходимые (и достаточные, одновременно) условия этих теорем формулировать для каждой из действительных и мнимых частей функций отдельно. Теоремы в частности верны и для вещественнозначных функций.

Изложенные результаты легко дополнить, распространяя их и на конечные комплексные меры (см. [4] стр. 199). См. также [6].

В заключение автор выражает глубокую благодарность акад. С. М. Никольскому, проф. П. И. Лизоркину и проф. О. В. Бесову за оказанное внимание и ценное участие в обсуждении первоначальных результатов в этой области [1], проф. Л. Д. Кудрявцеву за полезную критику рукописи данной работы и ценные замечания.

Литература

1. Рзаев К. У. Труды математического института им. В. А. Стеклова АН СССР, т. 140, вып. 6, стр. 264—276, 1976 2. Колмогоров А. Н., Фомин С. В., Элементы теории функций и функционального анализа. Изд-во „Наука“. М. 1968. 3. Красносельский М. А., Рутицкий Я. Б. Выпуклые функции и пространства Орлича. Физматгиз, 1958. 4. Данфорд Н., Шварц Дж. Линейные операторы. Общая теория. ИЛ., 1962. 5. Кудрявцев Л. Д. УМН, 10, вып. 2, стр. 167—174, 1955. 6. Рзаев К. У. РЖМ 7Б30 ДЕП, 1980.

Институт математики и механики

Поступило 3. X 1980

К. Һ. Рзајев

РАДОН—НИКОДИМ ТЕОРЕМИНИН ҮМУМИЛӘШМӘСИ

Мәгаләдә Радон—Никодим теореминин вә Ф. Рис типли критеријаларынын M—мүтләг кәсилмәзлик вә M—мәһдуд варијасијалар терминләриндә һәм сонлу, һәм дә σ—сонлу функсијалар чохлуғу үчүн (о чүмләдән комплекс гијмәтләр үчүн) үмумиләшмәси алынмышдыр.

K. U. Rzaev

GENERALIZATION OF THE THEOREM OF RADON—NIKODIM

In this paper generalization of the theorem of Radon—Nikodim and criterion of Riss type in terms of M-absolute continuity and M-boundedness of variation for finite functions of sets and for σ-finite functions of sets (for complex-valued functions too) are received.

АЗӘРБАЈҸАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД | № 9 | 1982

УДК 539.1.01.

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

М. Н. АЛИЕВ, М. М. РАХМАН

ВЛИЯНИЕ СВЕРХТОНКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ФОРМУ ЛИНИИ МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА НА ЯДРАХ ПАРАМАГНИТНЫХ ИОНОВ В МАГНИТНОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КРИСТАЛЛАХ

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

Важным источником информации о парамагнитном кристалле является форма линии (ФЛ) резонансного магнитного поглощения. Однако отыскание явного вида ФЛ связано с большими математическими трудностями. В последнее время решение подобных задач успешно проводится методом функции Грина (ФГ). Впервые ФЛ магнитного резонанса на ядрах парамагнитных ионов в магнитноконцентрированных кристаллах была вычислена с применением метода ФГ в работе [1]. Результаты применения метода ФГ существенно зависят от процедуры расцепления цепочки зацепляющихся уравнений ФГ. Грубое расцепление цепочки неизбежно приводит к потере важных эффектов. В работе [1] при вычислении массового оператора расцепление цепочки уравнений ФГ было проведено недостаточно тонко что привело к потере эффекта влияния сверхтонкого взаимодействия на ФЛ магнитного резонанса.

Целью данной работы является вычисление вклада сверхтонкого взаимодействия в ФЛ магнитного резонанса на ядрах парамагнитных ионов в магнитноконцентрированных кристаллах. Для достижения этой цели необходимо провести процедуру расцепления цепочки уравнений ФГ достаточно корректно.

ФЛ ядерного магнитного резонанса (ЯМР) будем отыскивать как мнимую часть запаздывающей ФГ $\langle\langle I_e^-(t)/I_{e'}^+(t')\rangle\rangle_\omega^R$

$$f(\omega) = I_m \rangle\rangle I_e^-(t)/I_{e'}^+(t')\rangle\rangle_\omega^R$$

здесь $I^\pm$—ядерные спиновые операторы.

Запаздывающую ФГ будем вычислять составлением цепочки зацепляющихся уравнений для антикоммутаторной ФI $\langle\langle I_e^-(t)/I_{e'}^+(t')\rangle\rangle$.

$$E\langle\langle I_e^-/I_{e'}^+\rangle\rangle - -<\{I_e^-, I_{e'}^+\}> + \langle\langle [I_e^-, H]/I_{e'}^+\rangle\rangle \tag{1}$$

Соотношение (1) показывает, что для дальнейших вычислений необходим явный вид гамильтониана системы H:

$$H = H_{ze} + H_{zN} + H_L + H_{sph} + H_{ss} + H_{sF}, \tag{2}$$

где H_{ze}, H_{zN}, H_L, H_{sph}, H_{ss}, H_{sF}—гамильтонианы системы электронных и ядерных спинов во внешнем магнитном поле, поля фононов, спин-фононного, спин-спинового и сверхтонкого взаимодействия соответственно.

Соотношения (1) и (2) дают первое уравнение цепочки.

$$(E - \omega_N)\langle\langle I_e^-/I_{e'}^+\rangle\rangle = -\delta_{ee'} + \frac{a}{h}\langle\langle S_e^z I_e^-/I_{e'}^+\rangle\rangle, \tag{3}$$

где a—константа сверхтонкого взаимодействия и S—электронный спиновый оператор. Вводим массовый оператор $M(E)$ и переписываем (3) в следующем виде:

$$(E - \omega_N - M(E))\langle\langle I_e^-/I_{e'}^+\rangle\rangle = -\delta_{ee'}, \tag{4}$$

где $M(E)$ удовлетворяет следующему уравнению:

$$M(E)\langle\langle I_e^-/I_{e'}^+\rangle\rangle = \frac{a}{h}\langle\langle S_e^z I_e^-/I_{e'}^+\rangle\rangle \tag{5}$$

Для вычисления массового оператора $M(E)$ дифференцируем $\langle\langle S_e^z I_e^-/I_{e'}^+\rangle\rangle$ по второму временному аргументу:

$$-(E - \omega_N)\langle\langle S_e^z I_e^-/I_{e'}^+\rangle\rangle = <S_e^z>\delta_{ee'} - \frac{a}{h}\langle\langle S_e^z I_e^-/S_{e'}^z I_{e'}^+\rangle\rangle \tag{6}$$

Уравнения (5) и (6) дают

$$M(E)\langle\langle I_e^-/I_{e'}^+\rangle\rangle = -\frac{1}{E-\omega_N}\Big(\frac{a}{h}<S_e^z>\delta_{ee'} - \frac{a^2}{h^2}\langle\langle S_e^z I_e^-/S_{e'}^z I_{e'}^+\rangle\rangle \tag{7}$$

Записываем уравнение движения для ФГ:

$$\begin{aligned}(E - \omega_N)\langle\langle S_e^z I_e^-/S_{e'}^z I_{e'}^+\rangle\rangle &= -\frac{1}{4}\delta_{ee'} + \frac{i}{h}\sum_{q\sigma} q\left(\frac{h}{2pV\omega_{q\sigma}}\right)^{1/2}\cdot e^{iq\gamma}\cdot\\ &\{g_{x\sigma}^-\langle\langle S_e^z I_e^-(b_{q\sigma}^- - b_{q\sigma}^+)/S_{e'}^z I_{e'}^+\rangle\rangle - g_{x\sigma}^+\langle\langle S_e^z I_e^-(b_{q\sigma} - b_{-q\sigma}^+)/S_{e'}^z I_{e'}^z\rangle\rangle\} +\\ &+\frac{a}{h}\langle\langle S_e^z S_e^z I_e^-/S_{e'}^z I_{e'}^+\rangle\rangle - \frac{1}{h}\sum_l B_{el}(\langle\langle S_e^- S_l^+ I_e^-/S_{e'}^z I_{e'}^+\rangle\rangle -\\ &-\langle\langle S_e^+ S_l^- I_e^-/S_{e'}^z I_{e'}^+\rangle\rangle\end{aligned} \tag{8}$$

где $\omega_{q\sigma}$—частота фонона с волновым вектором q и поляризации σ, $b_{q\sigma}^+$, $b_{q\sigma}$—операторы рождения и уничтожения фононов, B_{li}—коэффициент спин-спинового взаимодействия, p, V—плотность и объем кристалла, e—вектор поляризации фонона, γ—радиус вектор-узла, где находится парамагнитный ион.

В работе [1] было использовано приближение

$$\frac{a}{h}\langle\langle S_e^z S_e^z I_e^- S_{e'}^z I_{e'}^+\rangle\rangle \simeq \frac{a}{h}<S_e^z>\langle\langle S_e^z I_e^-/S_{e'}^z I_{e'}^+\rangle\rangle,$$

что привело к потере вклада сверхтонкого взаимодействия в ФЛ ЯМР. Здесь введением поляризационных операторов P_{sF}, P_{ss} и P_{sph} и записываем следующее соотношение

$$(E - \omega_N - P_{sF} - P_{sph} - P_{ss})\langle\langle S_e^z I_e^-/S_{e'}^z I_{e'}^+\rangle\rangle = -\frac{1}{4}\delta_{ee'}, \tag{9}$$

где

$$P_{SF}(E)\langle\langle S_e^z I_e^-/S_{e'}^z I_{e'}^+\rangle\rangle = \frac{a}{h}\langle\langle S_e^z S_e^z I_e^-/S_{e'}^z I_{e'}^+\rangle\rangle \tag{10}$$

P_{ss} и P_{sph} удовлетворяют аналогичным (10) соотношениям.

415-2

Теперь наша задача свелась к решению уравнения (9) и нахождению явных выражений для поляризационных операторов P_{sf}, P_{ss} и P_{sph}. Решение уравнений для P_{ss} и P_{sph} было проведено в работах [1], [3]. Нам остается вычислить P_{sf} с помощью уравнения (10). Для отыскания P_{sf} дифференцируем правую часть (10) по t'

$$-(E-\omega_N) \langle\langle S_e^z S_e^z I_e^- \mid S_{e'}^z I_{e'}^+ \rangle\rangle = \frac{1}{4} <$$

$$< S_e^z > \delta_{ee'} + \frac{i}{h} \sum_{q'\sigma'} q' \left(\frac{h}{2pV\omega'_{q\sigma'}} \right)^{1/2} \cdot$$

$$\cdot e^{iq\lambda} \cdot \{ g_{x'\sigma'}^- \langle\langle S_e^z S_e^z I_e^- \mid S_{e'}^z I_{e'}^+ (b_{q'\sigma'} - b_{-q'\sigma'}^+) \rangle\rangle - g_{x'\sigma'}^+ \langle\langle$$

$$\langle\langle S_e^z S_e^z I_e^- \mid S_{e'}^- I_{e'}^+ (b_{q'\sigma'} - b_{-q'\sigma'}^+) \rangle\rangle \} -$$

$$-\frac{a}{h} \langle\langle S_e^z S_e^z I_e^- \mid S_{e'}^z S_{e'}^z I_{e'}^+ \rangle\rangle + B_{e_1'} . \qquad (11)$$

Все ФГ, стоящие справа в нулевом приближении, равны нулю, кроме $\langle\langle S_e^z S_e^z I_e^- / S_{e'}^z S_{e'}^z I_{e'}^+ \rangle\rangle$, которую нетрудно найти

$$\langle\langle S_e^z S_e^z I_e^- / S_{e'}^z S_{e'}^z I_{e'}^+ \rangle\rangle^{\circ} = \frac{\delta_{ee'}}{16(E-\omega_N)} \qquad (12)$$

Поляризованный оператор P_{sf} находим, используя соотношения (9), (10), (11) и (12).

$$P_{sf} = \frac{a}{h} < S_e^z > + \frac{a^2}{4h^2} \cdot \frac{1}{E-\omega_N} \qquad (13)$$

Отыскав в явном виде P_{sf} и имея выражения P_{ss}, P_{sph} из [1], [3] легко найти $M(E)$

$$M(E) = \frac{a^2}{4h^2(\omega_1 - P)} + \Delta \qquad (14)$$

Здесь

$$\omega_1 = E - \omega_N - \Delta; \quad \Delta = \frac{a}{h} <S_e^z>$$

$$P(E) = P_{sf} + P_{sph} + P_{sf} - \Delta$$

Искомую ФГ находим из (4) и (14)

$$G(E) = \frac{P(E) - \omega_1}{\omega_1^2 - P\omega_1 - \frac{a^2}{4h^2}} \qquad (15)$$

Мнимую часть запаздывающей ФГ $f(\omega) = I_m G^R$ нетрудно найти, используя (15) и известные соотношения [4]

$$f(\omega) = \frac{A^2(\gamma_{sf} + \gamma_{sph} + \gamma_{ss})}{(\omega_1^2 - A^2)^2 + \omega_1^2(\gamma_{sf} + \gamma_{sph} + \gamma_{ss})^2}, \qquad (16)$$

где $\quad A = \dfrac{a}{2h}$, $\gamma_{sf} = I_m P_{sf}$; $\gamma_{sph} = I_m P_{sph}$; $\gamma_{ss} = I_m P_{ss}$

Рассмотрим наиболее интересные случаи быстрой и медленной флуктуации локального магнитного поля, которую создают электронные спины примесей на резонирующих ядрах.

При быстрой флуктуации $(\gamma_{sf} + \gamma_{sph} + \gamma_{ss} \gg A)$, (16) имеет следующий вид:

$$f(\omega) = \frac{\dfrac{A^2}{\gamma_{sf} + \gamma_{sph} + \gamma_{ss}}}{\omega_1^2 + \left(\dfrac{A^2}{\gamma_{sf} + \gamma_{sph} + \gamma_{ss}} \right)^2} \qquad (17)$$

В данном случае линия поглощения является Лоренцовой с полушириной, равной

$$\delta_1 = \frac{A^2}{\gamma_{sf} + \gamma_{sph} + \gamma_{ss}}$$

В полуширину резонансной линии наряду со спин-фононным и спин-спиновым взаимодействиями вносит свой вклад и сверхтонкое взаимодействие. При низких температурах и малых концентрациях парагмагнитов, когда $\gamma_{sph} \to 0$, $\gamma_{ss} \to 0$, ФЛ полностью определяется сверхтонким взаимодействием

$$\delta_{III} = \frac{A^2}{\gamma_{sf}} \qquad (18)$$

Соотношение (18) дает нам возможность определить константу сверхтонкого взаимодействия, измерив полуширину резонансной линии. При медленных флуктуациях $(\gamma_{sf} + \gamma_{sph} + \gamma_{ss} \ll A)$ локального поля имеем

$$f(\omega) = \frac{\dfrac{\gamma_{sf} + \gamma_{sph} + \gamma_{ss}}{2}}{(\omega_1 - A)^2 + \left(\dfrac{\gamma_{sf} + \gamma_{sph} + \gamma_{ss}}{2} \right)^2} \qquad (19)$$

Резонансная линия получается Лоренцовой с полушириной

$$\delta_2 = \frac{\gamma_{sf} + \gamma_{sph} + \gamma_{ss}}{2}$$

Сверхтонкое взаимодействие вносит вклад в полуширину линии, равной $\frac{\gamma_{sf}}{2}$. Формулы (17) и (19) показывают, что сверхтонкое взаимодействие смещает линию поглощения от резонансной частоты. По сдвигу линии нетрудно найти постоянную сверхтонкого взаимодействия.

Литература

1. Алиев М. Н. ФТТ, 21 1658, 1979. 2. Качелаев Б. И. Сб. «Парагмагнитный резонанс». Казань, 1964. 3. Алиев. ФТТ, 11 81 1969. 4. Тябликов С. В. Квантовая теория магнетизма. Изд-во «Наука», М., 1965.

АГУ им. С. М. Кирова *Поступило 15.XII.1981*

М. Н. Әлијев, М. М. Рәһман

ИФРАТ ИНЧӘ ГАРШЫЛЫГЛЫ ТӘ'СИРИН МАГНИТ КОНСЕНТРАСИЈАЛЫ КРИСТАЛЛАРДА ПАРАМАГНИТ ИОНЛАРЫН НҮВӘЛӘРИ ҮЗӘРИНДӘ МАГНИТ РЕЗОНАНСЫ ХӘТТИНИН ФОРМАСЫНА ТӘ'СИРИ

Мәгаләдә Грин функсијасы методу илә магнит консентрасијалы кристалларда парамагнит ионларын нүвәләри үзәриндә магнит резонансы һәддинин формасы һесаб-

ланмышдыр. Ифрат инчә гаршылыглы тә'сирин резонанс әјрисинин енинә вә сүрүшмәсинә вердији пај тапылмышдыр.

M. N. Aliev, M. M. Rahman

INFLUENCE OF HYPERFINE INTERACTION ON MAGNETIC RESONANCE LINE SHAPE ON THE NUCLEI OF PARAMAGNETIC IONS IN MAGNETICALLY CONCENTRATED CRYSTALS

Magnetic resonance line shape on the nuclei of paramagnetic ions in magnetically concentrated crystals is calculated with the help of Green's function method. Contribution of hyperfine interaction on width and shift of the resonance line is found out.

АЗӘРБАЈҸАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ҸИЛД № 9 1982

УДК 539.12.01

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

И. Г. ДЖАФАРОВ, Б. И. МЕХТИЕВ, Р. Ш. ЯХЬЯЕВ

ЭФФЕКТЫ НАРУШЕНИЯ μ—e-УНИВЕРСАЛЬНОСТИ В ПРОЦЕССАХ РАССЕЯНИЯ МЮОНОВ НА ЭЛЕКТРОНЕ

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

Одним из тех вопросов, которые все еще остаются открытыми является вопрос, насколько μ—e-универсальна природа? (всестороннее обсуждение μ—e-проблемы см. в [1]). Реализацию μ—e-несимметричности природы разумно ожидать в первую очередь в слабых взаимодействиях, в частности, в различии величин констант взаимодействий мюона и электрона. В моделях электрослабого взаимодействия этого можно достичь, если электронное и мюонное поля (точнее их правые компоненты [2]) включить по разному. Отсутствие в настоящее время экспериментальных данных относительно структуры слабого $\bar{\mu}\mu$-тока представляет свободу в конструировании схемы введения правой компоненты мюонного поля.

В данной статье в предположении о различии констант слабых взаимодействий электрона и мюона рассмотрены процессы

$$\mu^-(k_1)+e^-(p_1)\to e^-(p_2)+\mu^-(k_2), \tag{1}$$

$$\mu^+(k_1)+e^-(p_1)\to e^-(p_2)+\mu^+(k_2) \tag{2}$$

При учете продольных поляризаций всех частиц и нелокальности взаимодействий вычислены дифференциальные сечения процессов, которые содержат все вклады электромагнитного и слабого взаимодействий. Проведен анализ поляризационных характеристик процессов и показано, что изучением ряда из них можно выделить вклады возможного нарушения μ—e-универсальности слабого взаимодействия. Выявленные эффекты проанализированы в рамках $SU(2)\times U(1)$-моделей электрослабого взаимодействия. Процессы (1) и (2) в рамках теории электрослабого взаимодействия с μ—e-универсальностью исследованы в работе [3].

Отметим, что для исследования эффектов нейтральных слабых токов, в том числе эффектов возможного нарушения μ—e-универсальности, более доступным в смысле проведения эксперимента, по-видимому, является аннигиляционный канал взаимодействия токов $\bar{\mu}\mu$ и $\bar{e}e$. Всестороннему изучению эффектов нарушения μ—e-универсальности в процессе $e^+e^-\to\mu^-\mu^+$ посвящена работа [2] (см. также [4]; в [2] можно найти также перечень работ, посвященных исследованию эффектов нейтральных слабых токов в данном процессе в рамках μ—e-универсальных моделей),

2. Амплитуду процесса (1) запишем в следующем общем $\mu - e$-неуниверсальном виде:

$$M_{fi} = \frac{4\pi\alpha}{q^2}\left[\bar u(p_2)\gamma_\alpha u(p_1)\right]\left[\bar v(\kappa_2)\gamma_\alpha v(\kappa_1)\right] -$$
$$-\sqrt{2}GD\left[\bar u(p_2)\gamma_\alpha(g_V+g_A\gamma_5)u(p_1)\right]\left[\bar v(\kappa_2)\gamma_\alpha(G_V+G_A\gamma_5)v(\kappa_1)\right], \quad (3)$$

где $D=(1-q^2/m_Z^2)^{-1}$, $q=p_1-p_2=\kappa_2-\kappa_1$, m_Z—масса векторного бозона Z, переносящего слабое взаимодействие. Амплитуда процесса (2) получается из (3) путем замены $\kappa_1 \rightleftarrows -\kappa_2$.

Произведя на основе (3) расчеты с учетом продольных поляризаций всех частиц, имеем следующие выражения для сечений углового распределения мюонов в процессах (1) и (2) (в с. ц. и.):

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{\alpha^2}{32E^2\sin^4\theta/2}\{[F_1(1+\cos^4\theta/2) \pm$$
$$\pm \varkappa F_2(1-\cos^4\theta/2)](1+s_1s_2)(1+\eta_1\eta_2) + [F_1(1-\cos^4\theta/2) \pm$$
$$\pm \varkappa F_2(1+\cos^4\theta/2)](s_1+s_2)(\eta_1+\eta_2) - \varkappa[F_3(1-\cos^4\theta/2) \pm$$
$$\pm F_4(1+\cos^4\theta/2)](1+s_1s_2)(\eta_1+\eta_2) - \varkappa[F_3(1+\cos^4\theta/2) \pm$$
$$\pm F_4(1-\cos^4\theta/2)](1+\eta_1\eta_2)(s_1+s_2)\}, \quad (4)$$

где

$$F_1 = 1+\varkappa g_V G_V + \varkappa^2/4\,(g_V^2+g_A^2)(G_V^2+G_A^2),$$
$$F_2 = g_A G_A(1+\varkappa g_V G_V),$$
$$F_3 = g_A\left[G_V + \varkappa/2\, g_V(G_V^2+G_A^2)\right], \quad (5)$$
$$F_4 = G_A\left[g_V + \varkappa/2\, G_V(g_V^2+g_A^2)\right],$$
$$\varkappa = -\frac{Gq^2D}{\sqrt{2}\pi\alpha} = \frac{4GE^2\sin^2\theta/2}{\sqrt{2}\pi\alpha(1+4E^2\sin^2\theta/2/m_Z^2)},$$

E—энергия частиц в с. ц. и. (мы пренебрегли вкладами масс-частиц), θ—угол рассеяния мюона (или электрона), s_1 и s_2 (η_1 и η_2)—продольные поляризации соответственно начального и конечного электронов (мюонов). В (4) и далее верхние знаки отвечают процессу (1), а нижние знаки—процессу (2).

3. Теперь рассмотрим возможности выделения эффектов нарушения $\mu - e$-универсальности. Как видно из (4), эффекты нейтральных слабых токов в рассматриваемых процессах можно выделить, исследуя вклады продольной поляризации отдельных частиц. С этой целью можно изучить либо P-нечетную асимметрию, обусловленную поляризацией одной из начальных частиц, либо эффект поляризации одного из начальных пучков, либо же степень поляризации одной из конечных частиц.

P—нечетная асимметрия, обусловленная продольными поляризациями начального электрона и мюона, имеет соответственно вид

$$A_{s_1} = -\varkappa\frac{F_3(1+\cos^4\theta/2) \pm F_4(1-\cos^4\theta/2)}{F_1(1+\cos^4\theta/2) \pm \varkappa F_2(1-\cos^4\theta/2)},$$
$$A_{\eta_1} = -\varkappa\frac{F_3(1-\cos^4\theta/2) \pm F_4(1+\cos^4\theta/2)}{F_1(1+\cos^4\theta/2) \pm \varkappa F_2(1-\cos^4\theta/2)}. \quad (6)$$

Из (4) очевидно, что степени продольных поляризаций конечного электрона и мюона определяются такими же выражениями как (6), точнее

$$P_{s_2} = A_{s_1}, \quad P_{\eta_2} = A_{\eta_1}. \quad (7)$$

Согласно (4), для эффектов поляризаций пучков электрона и мюона имеем следующие выражения:

$$N_{s_1} = -s_1\varkappa\frac{F_3(1+\cos^4\theta/2) \pm F_4(1-\cos^4\theta/2)}{2[F_1(1+\cos^4\theta/2) \pm \varkappa F_2(1-\cos^4\theta/2)] - s_1\varkappa[F_3(1+\cos^4\theta/2) \pm F_4(1-\cos^4\theta/2)]}, \quad (8)$$
$$N_{\eta_1} = -\eta_1\varkappa\frac{F_3(1-\cos^4\theta/2) \pm F_4(1+\cos^4\theta/2)}{2[F_1(1+\cos^4\theta/2) \pm \varkappa F_2(1-\cos^4\theta/2)] - \eta_1\varkappa[F_3(1-\cos^4\theta/2) \pm F_4(1+\cos^4\theta/2)]}.$$

При $\theta = \pi$ характеристики (6)—(8) для процесса (2) принимают вид

$$A_{s_1}(\theta=\pi) = A_{\eta_1}(\theta=\pi) = P_{s_2}(\theta=\pi) = P_{\eta_2}(\theta=\pi) = \varkappa_\pi\cdot\frac{f_1}{f_2},$$
$$N_{s_1}(\theta=\pi) = \frac{s_1\varkappa_\pi f_1}{2f_2+s_1\varkappa_\pi f_1}, \quad N_{\eta_1}(\theta=\pi) = \frac{\eta_1\varkappa_\pi f_1}{2f_2+\eta_1\varkappa_\pi f_1}, \quad (9)$$

где

$$f_1 = F_4 - F_3 = (g_V G_A - g_A G_V)\left[1+\varkappa_\pi/2\,(g_V G_V - g_A G_A)\right],$$
$$f_2 = F_1 - \varkappa_\pi F_2 = 1 + \varkappa_\pi(g_V G_V - g_A G_A) +$$
$$+ \varkappa_\pi^2/4\left[(g_V G_A - g_A G_V)^2 + (g_V G_V - g_A G_A)^2\right],$$
$$\varkappa_\pi \equiv \varkappa(\theta=\pi) = \frac{G}{\sqrt{2}\pi\alpha}\cdot\frac{4E^2}{1+4E^2/m_Z^2}.$$

Как видно из (9), в рамках $\mu - e$-универсальных теорий ($G_V=g_V$, $G_A=g_A$) все рассматриваемые характеристики процесса (2) обращаются в нуль (при этом $f_1=0$) при рассеянии назад ($\theta=\pi$). Это обстоятельство может служить предметом экспериментального исследования вопроса, насколько $\mu - e$-универсальна природа. Подчеркнем, что степень достоверности этого заключения определяется степенью стремления скорости мюона к единице. Что касается процесса (1), то в этом случае такое яркое выделение эффекта нарушения $\mu - e$-универсальности при изучении вклада поляризации только одной частицы отсутствует.

Нетрудно убедиться, что эффекты нарушения $\mu - e$-универсальности также можно выделить, комбинируя результаты экспериментов по измерению вкладов двух поляризаций в отдельности. Так, величина B_1, определяемая по любому из следующих путей:

$$B_1 = A_{s_1} + A_{\eta_1} = A_{s_1} + P_{\eta_2} = A_{\eta_1} + P_{s_2} = P_{s_2} + P_{\eta_2} =$$
$$= \frac{2\varkappa f_1}{F_1(1+\cos^4\theta/2) - \varkappa F_2(1-\cos^4\theta/2)}, \quad (10)$$

выделяет искомый эффект в процессе (2), причем измерение можно произвести под любым углом. Аналогично величина

$$B_{2} = A_{s_1} - A_{\eta_1} = A_{s_1} - P_{\eta_2} = P_{\eta_2} - A_{\eta_1} = P_{s_2} - P_{\eta_2} = \frac{2\varkappa f_1 \cos^4 \theta/2}{F_1(1+\cos^4\theta/2) + \varkappa F_2(1-\cos^4\theta/2)}. \qquad (11)$$

выделяет эффекты нарушения $\mu - e$-универсальности в процессе (1) при любом θ.

4. Проанализируем величины (9)—(10) в рамках $SU(2)\times U(1)$—схем калибровочной теории. Пусть электрон и соответствующее нейтрино включаются в теорию по схеме Вайнберга—Салама [5]: $\begin{pmatrix} \nu_e \\ e^- \end{pmatrix}_L$, e_R^- (оправдано многочисленными экспериментами). Это приводит к $g_V = -1/2 + 2x$, $g_A = -1/2$. Существующие экспериментальные данные исключают $SU(2)\times U(1)$—модели, в которых за возможное нарушение $\mu - e$-универсальности отвечали бы левые компоненты мюона и электрона [2]. Другими словами, левый мюон также должен включаться в теорию в виде компоненты изодублета $\begin{pmatrix} \nu_\mu \\ \mu^- \end{pmatrix}_L$. Что касается правого мюона, то в принципе его можно ввести следующими шестью способами:

$$1)\ \mu_R^-,\quad 2)\begin{pmatrix} \cdot \\ \mu^- \end{pmatrix}_R,\quad 3)\begin{pmatrix} \mu^- \\ \cdot \end{pmatrix}_R,\quad 4)\begin{pmatrix} : \\ \mu^- \end{pmatrix}_R,\quad 5)\begin{pmatrix} \cdot \\ \mu^- \\ \cdot \end{pmatrix}_R,\quad 6)\begin{pmatrix} \mu^- \\ \cdot \\ \cdot \end{pmatrix}_R,$$

где точки заменяют возможные новые лептоны. Первый из этих вариантов отвечает схеме с $\mu - e$-универсальностью.

В таблице приведены значения констант векторного и аксиального взаимодействий в $\bar{\mu}\mu$-токе в указанных вариантах введения правого мюона при левом изодублете $\begin{pmatrix} \nu_\mu \\ \mu^- \end{pmatrix}_L$.

Схема включения μ_R

Константа взаимодействия	1 и 5	2	3	4	6
G_V	$-\frac{1}{2}+2x$	$-1+2x$	$2x$	$-\frac{3}{2}+2x$	$\frac{1}{2}+2x$
G_A	$-\frac{1}{2}$	0	-1	$\frac{1}{2}$	$-\frac{3}{2}$
$g_V G_A - g_A G_V$	0	$-y$	y	$-2y$	$2y$

В таблице $x = \sin^2\eta$—параметр теории (η—угол смешивания нейтральной компоненты изотриплета янг-миллсовских полей и максвелловского поля). Как видно, схема 5 приводит для констант взаимодействий в $\bar{\mu}\mu$—токе к таким же значениям, что и схема 1. Следовательно, она не может привести к эффектам нарушения $\mu - e$-универсальности в рассматриваемых процессах. В последней строке таблицы, где $y = 1/2 - x$, даны значения величины $g_V G_A - g_A G_V$, определяющей „степень“ нарушения $\mu - e$-универсальности. Заметим, что наряду со случаем $\mu - e$-универсальных схем во всех обсуждаемых $\mu - e$-неуниверсальных схемах, данная величина также обращаются в нуль при $x = \frac{1}{2}$.

Литература

1. Труды семинара по $\mu - e$-проблеме. „Наука“. М., 1974. 2. Гулиев Н. А., Джафаров И. Г., Мехтиев Б. И., Яхьяев Р. Ш. „Ядерная физика“, 34, 176. 1981. 3. Джафаров И. Г., Яхьяев Р. Ш., Касумзаде Ю. М.. Алиев Т. М. „ДАН Азерб. ССР“, 36, 24, 19 0. 4. Mikaelian K. O. Phys. Lett., 55B, 219, 1975. 5. Weinberg S. Phys. Rev. Lett., 19, 1264, 1967; 27, 1688, 1971; Salam A. Proc. 8-th Nobel Symp., Stockholm, 1968, p. 376.

Институт физики *Поступило 21. X 1981*

И. Һ. Чәфәров, Б. И. Меһдиjев, Р. Ш. Jәhjajев

МУОНЛАРЫН ЕЛЕКТРОНДАН СӘПИЛМӘСИ ПРОСЕСЛӘРИНДӘ $\mu - e$-УНИВЕРСАЛЛЫҒЫН ПОЗУЛМАСЫ ЕФФЕКТЛӘРИ

Мәгаләдә $\mu - e$-универсаллығын позулмасыны дахил едән нәзәриjjәләр чәрчивәсиндә муонларын електрондан сәпилмәси просесләринә бахылмышдыр. $\mu - e$-универсаллығын позулмасы еффектләринин ашкар едилмәси имканлары арашдырылмышдыр. Һәмчинин, $\mu - e$-универсаллығын мүмкүн позулмасыны дахил едән $SU(2)\times U(1)$—електрозәиф гаршылыглы тә'сир схемләри тәклиф едилмишдир.

I. G. Jafarov, B. I. Mehtiyev, R. Sh. Yakhyayev

EFFECTS OF $\mu - e$-UNIVERSALITY BREAKING IN THE PROCESSES OF MUONS SCATTERING ON ELECTRON

In the framework of theory allowing the $\mu - e$-universality breaking the processes of muons scattering on electron have been considered. The possibility of isolating of $\mu - e$-universality breaking effects is found. The $SU(2)\times U(1)$ schemes of electroweak interaction including the possible $\mu - e$-universality breaking are proposed.

АЗӘРБАЈҸАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД № 9 1982

УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Чл.-корр. Э. Ю. САЛАЕВ, Д. Ш. АБДИНОВ, Ф. И. ИСМАИЛОВ,
И. К. ИСМАИЛОВ, Ф. Н. НОВРУЗОВА, А. Ш. АБДИНОВ

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОКРИСТАЛЛОВ $n-Cd_xHg_{1-x}Te$ $(0{,}24 \leqslant x \leqslant 0{,}40)$

Монокристаллы $Cd_xHg_{1-x}Te$ состава $x \leqslant 0{,}2$—предмет многочисленных теоретических и экспериментальных исследований последних лет (см., [1—3] и приведенную там библиографию).

Настоящая работа посвящена экспериментальному исследованию некоторых электрофизических параметров монокристаллов $Cd_xHg_{1-x}Te$ состава $0{,}20 < x \leqslant 0{,}40$. В частности, изучены температурные зависимости электропроводности (σ), постоянной Холла (R_x), концентрации свободных носителей тока (n) и холловской подвижности (μ) в монокристаллах $n-Cd_xHg_{1-x}Te$ состава $x=0{,}24$; 0,27; 0,30; 0,40.

Исследуемые образцы необходимых размеров вырезались из крупных монокристаллов $n=Cd_xHg_{1-x}Te$, выращенных методом медленного охлаждения при постоянном градиенте температур вдоль слитка [4]. Измерения проводились в диапазоне температуры $77 \div 420$ К.

На основе проведенных исследований установлено, что электропроводность исследуемых образцов, а также подвижность и концентрация свободных носителей тока в них значительным образом зависят как от значения x, так и от температуры.

На рис. 1. представлены характерные кривые зависимости $\sigma(T)$ для исследуемых образцов. Как видно из этого рисунка, в образцах содержанием $x=0{,}24$ с ростом T от 77 до 300 К σ монотонно увеличивается почти в 10 раз. В образцах содержанием $x=0{,}27$ с ростом T сначала (при $77 \leqslant T \leqslant 130$ К) проводимость несколько падает, а далее (при $130 < T < 300$ К) монотонно растет. При 300 К σ в этом составе увеличивается в ~ 20 раз относительно проводимости при 130 К. Такая немонотонная зависимость $\sigma(T)$ наблюдается и в образцах $x=0{,}30$. Однако при этом спадающий участок зависимости $\sigma(T)$ охватывает более широкий диапазон температуры, чем в образцах с $x=0{,}27$. В образцах содержанием $x=0{,}40$ при $77 \leqslant T \leqslant 240$ К проводимость практически не зависит от температуры, а при $T > 240$ К начинает медленно возрастать.

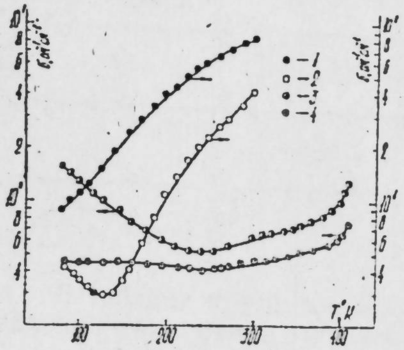


Рис. 1. Температурная зависимость электропроводности. x: 1—0,24; 2—0,27; 3—0,30; 4—0,40.

Коэффициент Холла в исследуемых образцах оказался отрицательным во всем рассмотренном диапазоне температур и имел интересную зависимость от T. В частности, установлено, что в образах с $x=0{,}24$ при $T < 110$ К с ростом температуры R_x несколько увеличивается, а далее (при $T > 110$ К) уменьшается. В других образцах ($x=0{,}27$; 0,30; 0,40) коэффициент Холла сначала (при $T \leqslant T_{кр}$, где $T_{кр}$ зависит от x и с ростом x от 0,27 до 0,40 увеличивается от 100 до 220 К) оказывается не зависимым от температуры, а далее (при $T > T_{кр}$) с ростом T он быстро уменьшается. Это позволяет сказать, что в образцах с $x=0{,}24$ при $T \leqslant 110$ К с ростом температуры концентрации свободных носителей тока хотя мало, но все же так и уменьшается, а далее (при $T > 110$ К) возрастает и при $T=300$ К увеличивается в 30 раз. В образцах содержанием $x=0{,}27 \div 0{,}40$ при $T \leqslant T_{кр}$ концентрация свободных носителей заряда не зависит от температуры, а при $T > T_{кр}$ возрастает с ростом последнего. В образцах с $x=0{,}27$ этот рост оказывается наибольшим и составляет почти 10^2 раз при 300 К. В рассмотренном диапазоне T „вымораживание" электронов в исследуемых образцах не наблюдалось вплоть до самых низких температур. Найденное по высокотемпературному наклону зависимости $R_x \left(\frac{10^3}{T, K}\right)$ значение энергии активации в исследуемых образцах оказалось $\Delta\varepsilon \simeq 0{,}16$; 0,18; 0,28; 0,50 эВ для составов $x=0{,}24$; 0,27; 0,30; 0,40 соответственно. Эти значения хорошо совпадают со значе-

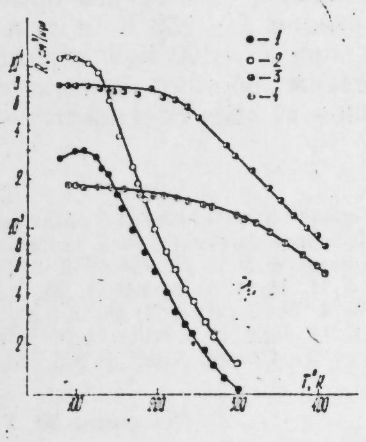


Рис. 2. Температурная зависимость постоянной Холла. x: 1—0,24; 2—0,27; 3—0,30; 4—0,40.

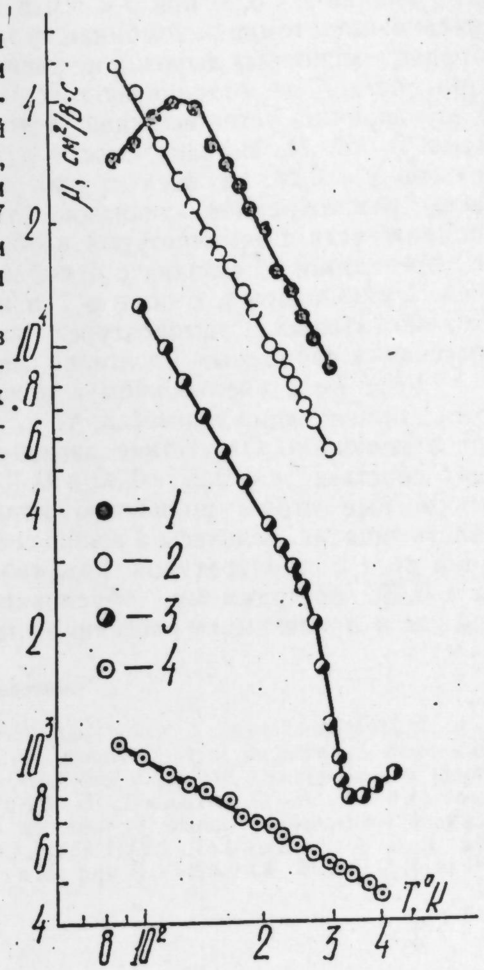


Рис. 3. Температурная зависимость подвижности. x: 1—0,24; 2—0,27; 3—0,30; 4—0,40.

ниями ширины запрещенной зоны исследуемых составов, найденных в [3, 5, 6]. Это совпадение позволяет сказать, что в рассмотренных образцах при $T < T_{кр}$ доминирует примесная, а при $T > T_{кр}$—собственная проводимость. В образцах с $x = 0{,}24$ собственная проводимость преобладает даже при 77 К. Сравнение кривых $\mu(T)$ (рис. 3) с соответствующими кривыми $\sigma(T)$ и $R_x(T)$ (рис. 1 и 2 соответственно) позволяет предполагать, что начальный спад проводимости с ростом T в образцах составом $x = 0{,}27$ и $x = 0{,}30$ связан с зависимостью $\mu(T)$; т. к. в этом диапазоне температуры в заданных составах зависимость $n(T)$ почти отсутствует.

Что касается уменьшения n с ростом температуры в образцах содержания $x = 0{,}24$ при $T < 110$°К, то по-видимому, оно обусловлено увеличением темпа рекомбинации электронов вследствие роста концентрации неосновных дыро к,а не увеличением сечения захвата электронов при росте T на отталкивающих центрах, так как такое объяснение противоречит установленной в этом диапазоне T зависимости $\mu(T)$ (рис. 3, кр. *1*). Из зависимости $\mu(T)$ (рис. 3) следует, что кроме образцов $x = 0{,}24$, во всех других образцах с ростом температуры (во всем рассмотренном диапазоне температуры) μ уменьшается. Рост подвижности с температурой в образцах $x = 0{,}24$ в диапазоне $T \leqslant 120$ К, по-видимому, связана с преобладанием рассеяния на ионах примесей. Уменьшение μ с ростом T в исследуемых образцах при относительно высоких температурах наверняка вызвано доминированием рассеяния свободных носителей тока на колебаниях решетки.

Рост $T_{кр}$ с увеличением x может объясняться ростом ε_g, а не ростом концентрации примесей, т. к. n в исследуемых образцах зависит от x хаотично. Отсутствие зависимости n от T при $T \leqslant T_{кр}$. в образцах соостава $x = 0{,}27$; 0,30 и 0,40 позволяет сказать, что при этом примесные атомы полностью ионизированы, а собственная проводимость еще не началась. Резкий спад в районе $T \sim 250$ К и дальнейший рост с температурой подвижности при $T > 300$ К в образцах с $x = 0{,}30$, по-видимому, обусловлен резким ростом концентрации дырок и проявлением рассеяния электронов на дырках ссответственно.

Литература

1. Полупроводники с узкой запрещенной зоной и полуметаллы. Мат-лы IV Всесоюзн. симпозиума, ч. I—V. Львов, 1975. 2. Полупроводники с узкой запрещенной зоной и полуметаллы. Мат-лы V Всесоюзн. симпозиума, ч. I, II. Львов, 1980. 3. Пашковский М. В., Соколов Е. Б., Берченко Н. Н., Соколов А. М. Зарубежная электронная техника, 84, вып. 12, 3, 1974. 4. Мехтиев Р. Ф., Абдуллаев Г. Б., Ахундов Г. А. «ДАН Азерб. ССР», 18, 11, 1962. 5. Sollett M. Infra-red Phys., 8, 3, 1968. 6. Auachel. C. and Marfoing Y., Compt Rend., b. 265, 568, 1967.

Поступило 20. X 1981

Е. J. Салаjев, Ч. Ш. Абдинов, Ф. И. Исмаjылов, И. Г. Исмаjылов, Ф. М. Новрузова, Ә. Ш. Абдинов

n—$Cd_xHg_{1-x}Te$ ($0{,}24 \leqslant x \leqslant 0{,}4$) МОНОКРИСТАЛЛАРЫНЫН ЕЛЕКТРОФИЗИКИ ХАССӘЛӘРИ

Мәгаләдә n—$Cd_xHg_{1-x}Te$ монокристалларында ($x = 0{,}24$; 0,27; 0,30; 0,40) $T = 77 \div 420$° К температур интервалында електриккечирмәнин, Һолл сабитинин вә Һолл јүрүклүјүнүн температурдан асылылыглары тәдгиг едилир. Алынан нәтичәләрә әсасән вүкдашыјычыларын сәпилмә механизминин вә мүшаһидә олунан асылылыгларын изаһы верилмишдир.

E. Yu. Salaev, D. Sh. Abdinov, F. I. Ismailov, I. K. Ismailov, F. M. Novruzova, A. Sh. Abdinov

ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF $n = Cd_xHg_{1-x}Te$ ($0.24 \leqslant x \leqslant 0.40$) SINGLE CRYSTALS

In the temperature region of $77 \div 420$ K the temperature dependence of conductivity, Hall constant and Hall mobility in $n = Cd_xHg_{1-x}Te$ ($x = 0.24$; 0.27; 0.30; 0.40) single crystals was investigated. The scattering mechanism of charge carriers was established.

АЗƏРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МƏ'РУЗƏЛƏРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД № 9 1982

УДК 62—501.72

КИБЕРНЕТИКА

Чл.-корр. Я. Б. КАДЫМОВ, О. К. ХАНМАМЕДОВ

ОБ ОДНОМ ИЗОМОРФИЗМЕ В ТЕОРИИ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Рассматриваются элементы подхода, позволяющего перевести поиск решения из пространства ситуаций в пространство стратегий. Подход основан на гомоморфизме $S \to P$ ситуаций $S \subset S$ семиотической макромодели СМ на множество P предикатов $A_l \in P$.

Пусть классификатор уровня принятия решения по управлению [1], классифицирует образы $\{A\}_l$ ситуаций $S_j \subset S$ модели СМ над множеством F логических функций $f_a \in F$. Обучающее множество содержит обучающие таблицы, число которых равно $m = |R|$, где R—множество допустимых управлений. Строки каждой i-ой обучающей таблицы содержат образ $\{A\}_t$ текущей ситуации и образ $\{A^*\}_j$ ситуации-последствия.

Пусть $q_i^n = f_a$, n-й полезный признак [2] i-го класса ситуаций, соответствующего управлению $R_l \in R$. Тогда каждой функции алгебры логики $\Phi = \bigwedge\limits_n q_i^n$, $i = 1, 2, \ldots, m$ ставится в соответствие предложение, порождаемое классификатором, в виде

$$(\forall K_i^x)(\forall D_i)(K_i^x \subset D_l)(D_l \supset R_l) \supset (K_i^x(A, A^*) \supset R_i) \tag{1}$$

D_l—д. н. ф. функции Ф, K_i^x—коньюнкция класса i; x—номер конъюнкции в этом классе; $i = 1, 2, \ldots, m$,

Над каждым предложением (1) осуществляется операция

$$(\forall K_i^x(A, A^*))(K_i^x(A, A^*) \supset R_l) \supset K_i^{x2} = R_i K_i^{x1},$$

в итоге выполнения которой получается множество формул

$$K_i^{x2} = R_l K_i^{x1}, \ x = 1, 2, \ldots, x_l; \ i = 1, 2, \ldots, m \tag{2}$$

К формулам (2) применяются правила вывода, разработанные на аксиоматических принципах Миля Дж. [3].

Вывод завершается порождением множества формул

$$A_t^* = R_i A_q, \ i = 1, 2, \ldots, m; \ t, \ q = 1, 2, \ldots, N_P. \tag{3}$$

Подмножество формул (3) с управлением R_l, $i = 1, 2, \ldots, m$ образуют искомые бинарные отношения $\pi_l \subset P \times P$, такие, что $\pi \simeq R$, $\pi = \{\pi_1, \pi_2, \ldots, \pi_m\}$.

Если $\pi_l\{A_к, A_e\}$—бинарное отношение между элементами $A_к$, $A_e \in P$, то произведение отношений π_l, π_j, обозначаемое π_l, π_j, есть подмножество множеста $P \times P$, определяемое сотношением

$$\pi_i \pi_j \{A_к, A_n\} \rightleftarrows (\exists A_e \in P, \pi_l\{A_к, A_e\}, \pi_j\{A_e, A_n\}).$$

Пусть X—подмножество множества P. Срез отношения π_l через X обозначим $\pi_i(X)$ и определим в виде

$$\pi_i(X) = \sum_{A_e \in X} \pi_l(A_e).$$

Операнд отношения π_l будем обозначать $pr_1 \pi_l$, а результат—$pr_2 \pi_l$. Пусть $K^l\{K_1^l, K_2^l, \ldots, K_x^l\}$, $K^{*l} = \{K_1^{*l}, K_2^{*l}, \ldots, K_{\eta_l}^{*l}\}$, фиксированные множества подмножеств K_j^l, $K_e^{*l} \in P$, $j = 1, 2, \ldots, \chi_l$; $e = 1, 2, \ldots, \eta_i$, такие, что

$$\bigcup_j K_j^l = pr_1 \pi_i; \ \bigcup_e K_e^{*l} = pr_2 \pi_i, \ i = 1, 2, \ldots, m, \tag{4}$$

$$pr_1 \pi_l \,/\, pr_2 \pi_i; \ pr_2 \pi_i \,/\, pr_1 \pi_l, \ i = 1, 2, \ldots, m, \tag{5}$$

$$(\forall \pi_l)(\forall K_j^l)(\exists K_e^{*l})(\pi_l(K_j^l) = K_e^{*l}), \tag{6}$$

$$(\overline{\exists} K_e^l)\Big(K_e^l \subseteq \bigcap_i pr_1 \pi_l\Big), \ i = 1, 2, \ldots, m, \tag{7}$$

$$(\overline{\exists} K_e^{*l})\Big(K_e^{*l} \subseteq \bigcap_i pr_2 \pi_l\Big), \ i = 1, 2, \ldots, m. \tag{8}$$

Оператор π_l применим к ситуации $S_t \subset P$, если

$$(\exists K_j^l)(K_j^l \subset S_t)(K_j^l \subset pr_1 \pi_l).$$

Цепочка, последовательно умноженных отношений $\pi_p = \pi_l \pi_a \cdots \pi_в$, $\pi_l, \pi_a, \ldots, \pi_в \in \pi$ означает выполнение некоторого управления, состоящего из последовательно выполняемых допустимых управлений R_l, $R_a, \ldots, R_в$. В соответствии с (6), для всякого отношения $\pi_p = \pi_l \pi_a \cdots \pi_в$, полученного в результате умножения отношений из π, справедливо следующее

$$(\forall K_j^l)(\exists K_e^{*в})(\pi_p(K_j^l) = K_e^{*в}).$$

Пусть $\Gamma \pi_i$ означает правый класс смежности отношения $\pi_l \in \pi$. Тогда совокупность всех соответствий $\Gamma \pi_i$, $i = 1, 2, \ldots, m$ задает на множестве π граф $G = (\pi, \Gamma,)$ с вершинами $\pi_l \in \pi$.

Пусть $(\pi_a, \pi_в, \ldots, \pi_c)$—некоторый путь на графе G. В соответствии с утверждениями (4)—(8) не всякая вершина $\pi_i \in \Gamma \pi_c$ может быть продолжением пути $(\pi_a, \pi_в, \ldots, \pi_c)$. Пусть e—свойство „быть продолжением пути".

Вершина $\pi_i \in \Gamma^{-1} \pi_c$ обладает свойством e $(\pi_a, \pi_в, \ldots, \pi_c)$ на графе G, если

$$(\exists K_e^{*l})(K_e^{*l} \subset pr_1 \pi_a \pi_в \cdots \pi)_c.$$

Конечная последовательность вершин графа G называется последовательностью со свойством e, или e—последовательностью, если любая вершина этой последовательности, начиная со второй слева (справа), обладает свойством e.

Рассмотрим систему $<\pi, *>$, где $*$—операция композиции такая, что [4]

$$\pi_a * \pi_в = \begin{cases} \pi_a \pi_в, & \text{если результат является } e\text{—последовательностью,} \\ \Phi, & \text{если результат не является } e\text{—последовательностью.} \end{cases}$$

Множество всех e—последовательностей на графе G обозначим V_*. $\pi \subset V_*$.

Пусть Φ обладает свойством e и

$$v_{*}\Phi = \Phi;\ \Phi * v_1 = \Phi;\ \Phi * \Phi = \Phi.$$

Тогда для любых e-последовательностей $\pi_{p_1}, \pi_{p_2}, \pi_{p_3} \in V_{*}$ справедлива ассоциативность $\pi_{p_1} * (\pi_{p_2} * \pi_{p_3}) = (\pi_{p_1} * \pi_{p_2}) * \pi_{p_3}$, а множество V_{*} представляет собой полугруппу с законом композиции $*$.

Для всякой пары отношений $\pi_a, \pi_\delta \in V_{*}$ справедливы соотношения

$$pr_1 \pi_a \pi_\delta \subset pr_1 \pi_\delta \tag{9}$$

$$pr_2 \pi_a \pi_\delta \subset pr_2 \pi_a, \tag{10}$$

В V_{*} не существует цепочки π_p такой, что $\pi_p = \pi_l$, или $\pi_p = \pi_i^{-1}$, $\pi_i \in \pi$.

Справедливо утверждение

$$(\forall \pi_p \in V_{*}),\ (\pi_p = \pi_a \pi_в \cdots \pi_c \pi_g \pi_a,\ \pi_a, \pi_в, \ldots, \pi_g \in \pi).$$

$$(\pi_a \pi_в \pi_c \cdots \pi_g \pi_a \neq \pi_a).$$

Пусть $< \pi_{\text{н}}, \pi_{\text{к}} >$ поставлено в соответствие конечное множество $V_{\text{нк}}$, представляющее собой подмножество всех допустимых l—путей на графе G из вершины $\pi_{\text{н}}$ в вершину $\pi_{\text{к}}$; $\pi_{\text{н}}, \pi_{\text{к}} \in \pi$. Решение всякой конкретной задачи 3 ситуационного управления, начинающееся из вершины $\pi_{\text{н}}$ и оканчивающееся в вершине $\pi_{\text{к}}$ принадлежит подмножеству $V_{\text{нк}}$.

Пусть $G = (\pi, \Gamma)$—сильно связный. Отношение $\pi_p \in V_{*}$ будем называть простым решением, если в нем никакое отношение $\pi_l \in \pi$ не повторяется. Решение $\pi_p \in V_{*}$ будем называть сложным решением порядка q, если в нем какое либо отношение $\pi_l \in \pi$ встречается q раз.

Если $\hat{\pi}^{\delta}_{q} = \pi_\delta \pi_{p_1} \pi_\delta \pi_{p_2} \cdots \pi_{p_q} \pi_\delta$, где q—кратность вхождения π_δ в e—последовательность π_δ^q, причем

$$\hat{\pi}_\delta^{q} \subset \hat{\pi}_\delta^{q-1},\ \hat{\pi}_\delta^{0} = \pi_\delta,\ q = 1, 2, \ldots,$$

то для $\eta = |K^{*\delta}|$ повторов отношения π_δ справедливо утверждение

$$(\exists K_j^{*\delta})\, pr_2 \hat{\pi}_\delta^{q} = K_j^{*\delta},\ q \geqslant \eta,\ j = 1, 2, \ldots, \eta.$$

Отсюда, число различных отношений $\check{\pi}_\delta$ равно $(1 + \varkappa)\eta$, где $\varkappa = |K^\delta|$. Следовательно, сложность допустимого решения $\pi_{\text{к}} \in V_{\text{нк}}$ не выше порядка $(1 + \varkappa)\eta$.

Рассмотрим другой признак сложности допустимого решения, а именно, признак длины отношения π_p. Понимая, при этом, под длиной отношения, число тех базовых отношений $\pi_l \in \pi$, которые входят в e-последовательность $\pi_p \in V_{*}$.

Пусть

$$\Lambda = \bigcup_{\delta} (K^\delta \cup K^{*\delta}),\ n = |K|.$$

Тогда, справедливо утверждение, что длина допустимого решения $\pi_p \in V_{*}$ не выше $(n - 1)$.

Результаты, изложенные в работе, позволили разработать поисковые алгоритмы ситуационного управления, использующие оценочные функции.

Литература

1. Поспелов Д. А. «Изв. АН СССР, Техническая кибернетика», № 2, 10—17, 1971. 2. Бонгард М. М. Проблема узнавания. «Наука». М., 1967. 3. Миль Дж. Система логики силлогистической и индуктивной. М., 1897. 4. Кофман А. Введение в прикладную комбинаторику. «Наука». М., 1975. 5. Нильсон Н. Искусственный интеллект. «Мир». М., 1973.

Азербайджанский политехнический институт *Поступило 29. I 1981*

J. Б. Гадимов, О. Г. Ханмәммәдов

СИТУАСИЈАЛЫ ИДАРӘЕТМӘ НӘЗӘРИЈЈӘСИНДӘ БИР ИЗОМОРФИЗМ ҺАГГЫНДА

Мәгаләдә мүрәккәб идарәетмә системләриндә ганунаујғунлуглар һаггында биликләрин јарадылмасы системи тәдгиг олунур.

Бу биликләр мүмкүн әмәлијјатлар чохлуғуна изоморф олан бинар мүнасибәтләр шәклиндә тә'јин олунур.

Ya. B. Kadymov, O. K. Khanmamedov

ON ONE ISOMORPHISM IN SITUATION CONTROL

In the paper the knowledge forming method is discussed. Problem world regularities are represented by binary relations which are isomorphous to permissible action set. These operators are formed by the algorithms which use special pattern classifier.

АЗӘРБАЈҸАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД № 9 1982

УДК 519.682.1 КИБЕРНЕТИКА

Т. М. АЛИЕВ

ОБ ОДНОМ КЛАССЕ ГРАММАТИК И АЛГОРИТМЕ ИХ РАЗБОРА

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

Определения, понятия и обозначения приняты из [1].

Алгоритм разбора КС-грамматик играют большую роль при разработке трансляторов для языков программирования.

В настоящем докладе приводятся результаты исследования не рассматривавшегося ранее подкласса класса LR-грамматик и разработка алгоритма их разбора.

Определение 1. MLR—диаграммой назовем помеченное ориентированное дерево

$$D=(Q,\ Q_s,\ T,\ q_0,\ q_s),\ \text{где}$$

Q—множество вершин;

$Q_s \subset Q$—множество заключительных вершин;

T—множество дуг;

$q_0 \in Q - Q_s$—начальная вершина;

$q_s \in Q_s$—выделенная заключительная вершина.

Каждая вершина $q \in Q$ помечена своим номером $i=1,\ 2, \ldots,\ l$, где $l=|Q|$. Каждая дуга $t \in T$ помечена двойкой $t=(\kappa,\ x)$, где $\kappa \in \{r,\ s,\ v\}$ и $x \in \{Y|Y\}$—произвольный символ$\}$ следующим образом:

1) Если дуга t ведет к вершине $\bar{q} \in Q_s - \bar{q}_s$, то $k=s$;

2) Если дуга t ведет к вершине q_s, то $k=v$;

3) Если дуга t ведет к вершине $\bar{q} \in Q - Q_s - q_0$, то $k=r$;

4) для любых двух дуг $t_i(k_i,\ x_i)$ и $t_j, =(k_j, x_j)$; $i \neq j$, выходящих из одной вершины, если $k_i=k_j$, то $x_i \neq x_j$.

Длина ориентированной цепи от q_0 до q_s равна 2.

Определение 2. MLR—диаграммой, соответствующей KC—грамматике $G=(N.\ \Sigma,\ P,\ S)$, назовем такое

$$D=(Q, Q_s,\ T, q_0,\ q_s),\ \text{где}\ T=\{t|t=(\kappa,\ x)$$
$$x \in \Sigma \cup N \cup Z,\ Z \in \Sigma \cup N\},\ \text{в которой}$$

1) Если $A \rightarrow x_1 x_2 \ldots x_m$ из P, то в D имеется ориентированная цепь от q_0 до $q_{m+1} \in Q_s$ q, которая состоит из последовательности дуг

$$t_1=(r,x),\ t_2=(r,\ x_2), \ldots,\ t_m=(r,\ x_m),\ t_{m+1}=(s,\ A)$$

2) Из вершины q_0 выходит дуга $t=(r, S)$, если даже в P нет пра-вла вида $A \rightarrow S\alpha$;

3) Из вершин $q \in Q - Q_s$, куда входит дуга $t_i=(r,\ Z)$, выходит дуга $t_j=(\bar{v},\ Z)$, независимо от G;

4) D не содержит никаких других дуг.

Определение 3. MLR—распознавателем M_G, соответствующим KC-грамматике $G=(N,\ \Sigma,\ P,\ S)$, назовем семерку $(\Sigma,\ N,\ D_G,\ X,\ Q_M,\ q_0,\ q_s)$, где Σ и N—те же, что в G,

$D_G - MLR$—диаграмма, соответствующая G,

x—текущий символ,

$Q_M=\{q|q \in Q - Q_s\}$ — множество состояний, элементами которого, служит множество вершин диаграммы D.

Множество Q_M является также магазинным алфавитом распознавателя M_G.

Конфигурация распознавателя имеет вид $(q,\ x,\ \omega Z,\ \gamma Z)$, где $q \in$ $\in Q$, $x \in \Sigma \cup N \cup Z$, $\omega \in \Sigma^*$, $\gamma \in (Q-Q_s)^*$ $Z \bar{\in} \Sigma \cup N \cup Q$

Начальная конфигурация распознавателя имеет вид $(q_0, Z, \omega Z, Z)$, где $\omega \in \Sigma^*$, q_0—начальная вершина в D.

Заключительная конфигурация распознавателя имеет вид $(q_s,\ Z,\ Z,\ Z)$,

Определим один такт работы распознавателя M_G, т. е. отношение $\vdash$ на его конфигурациях.

Пусть дана конфигурация $(q,\ x.\ ab\omega Z,\ \gamma Z)$, где $a \in \Sigma$, $b \in \Sigma$, $\omega \in \Sigma^*$, $\gamma \in (Q-Q_s)^*$, может быть $b=e$ или $a=b=e$

(1) Если $x=Z$, то

(а) Если $q=q_0$, то

$$(q,\ x,\ ab\omega Z,\ \gamma Z) \vdash (q_0,\ a,\ ab\omega Z,\ \gamma Z),$$

т. е. текущим символом становится очередной символ, обозреваемый входной головкой, иначе (б) если условие в (а) не выполнено, но $q \in Q - Q_s$, $\gamma=e$, $a=b=\omega=e$, и из $\bar{q}$ выходит дуга $t=(v,\ S)$, то

$$(q,\ X,\ ab\omega Z,\ \gamma Z) \vdash (q_s,\ Z,\ Z,\ Z),\ \text{т. е.}$$

происходит переход в заключительное состояние.

(2) Если условие в (1) не выполнено, но из $\bar{q}$ выходит дуга $t=(r,\ X)$, ведущая к q', то (а) если $X \in \Sigma$, то $(q, x\, ab\omega Z, \gamma Z) \vdash (q',\ b\omega Z,\ \gamma Z)$ т. е. входная головка сдвигается и обозреваемый его символ становится текущим символом и делается переход по дуге $t=(r,\ x)$ в состояние q'

(б) если $x \in N$, то

$$(q,\ X,\ ab\omega Z,\ \gamma Z) \vdash (q',\ a,\ ab\omega Z,\ \gamma Z),\ \text{т. е.}$$

текущим символом становится обозреваемый входной головкой символ и делается переход по дуге $t=(r,\ x)$. Пункт (б) отличается от пункта (а) только тем, что входная головка не сдвигается.

(3) Если не выполнены условия ни в (1), ни в (2), но из q выходит дуга $t=(s, A)$, ведущая к q', то если $\gamma=e$

$$(q, X, ab\omega Z, \gamma Z) \vdash (q_0, A, ab\omega Z, Z),$$

если $\gamma \neq \bar{e}$, т. е. $\gamma = q_1\gamma'$, то

$$(q, X, ab\omega Z, \gamma Z) \vdash (q_1, A, ab\omega Z, \gamma' Z),$$

т. е. текущим символом становится нетерминал, на который заменяется законченная основа, происходит переход на начальное состояние или на то состояние, которое является верхним символом магазина.

(4) Если не выполнены условия ни в (1), ни в (2), ни в (3), но из q выходит дуга $t=(r, Y)$, где $Y \in H$, то

$$(q, X, ab\omega Z, \gamma Z) \vdash (q_0, X, ab\omega Z, q\gamma Z)$$

(5) Если не выполнено ни одно из условий в (1), (2), (3), (4), то $(q, X, ab\omega Z, \gamma Z) \vdash$ ошибка.

Языком, распознаваемым MLR-распознавателем M_G назовем множество

$$L(M_G) = \{\omega \in \Sigma^* | (q_0, Z, \omega Z, Z) \vdash^* (q_{\bar{s}}, Z, Z, Z)\}$$

Для того, чтобы MLR-распознаватель был детерминированным, необходимо выполнение следующих условий:

1) Если из $q \in Q_M$ выходят дуги $t_{\bar{j}}=(r, a)$ и $t_к=(r, A)$, то D не должна содержать цепей от $\bar{q}_0$ до q_s

$$t_{\bar{e}_1'} = (r, a), t_{e1,2} = (r, X_{12}), \ldots, t_{\bar{e}_1\bar{n}_1} = (s, A_1)$$
$$t_{\bar{e}2,1} = (\bar{r}, A_1), t_{\bar{e}22} = [r, X_{22}], \ldots, t_{\bar{e}_2\bar{n}_2} = (s, A_2)$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$t_{e_m'} = (r, A_{m-1}), t_{e_{m_2}} = (r, X_{m2}), \ldots, t_{\bar{e}_{\bar{m}}\bar{n}_{\bar{m}}} = [s, A_{\bar{m}}],$$

где $m \geqslant 1$ и $A_m = A$

2) Если из $q_{\bar{1}}$ выходит дуга $t_1=(r. A)$, то D не должно содержать цепей от q_0 до q_s

$$t_{e11} = (r, A), t_{e1,2} = (r, X_{12}), \ldots, t_{e_1 n_1}(s, A_1)$$
$$t_{\bar{e}2,1} = (r, A_1), t_{e22} = (r, X_{22}), \ldots, t_{e_2n_2} = (s, A_2)$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$t_{e_m'} = (r, A_{m-1}), t_{e_{m_2}} = (r, X_{m2}), \ldots, t_{e_m n_m} = (s, A_m),$$

где $m > 1$ n $A_m = A$

Эти условия вытекают непосредственно из определения тактов работы MLR-распознавателя.

Класс грамматик, для которых соответствующие MLR-распознаватели будут удовлетворять приведенным условиям, будем называть грамматиками правого слабого предшествования (ПСП).

Определение ПСП грамматик приведем в терминах отношений предшествования Вирта—Вебера.

Определение 4. Пусть $G=(N, \Sigma, P, S)$, приведенная КС-грамматика без e-правил и обратимая [1].

Назовем G грамматикой правого слабого предшествования, если

(1) Отношение $<\cdot$ не пересекается с объединением отношений $\doteq$ и $\cdot>$

(2) для любых $\underline{A} \to \alpha X \beta$ и $\underline{B} \to \alpha$ и P $X \in \Sigma$,

(3) Для $A \to \alpha x \beta$ и $B \to \alpha$ из P не выполняется ни $B \doteq X$, ни $B <\cdot X$, ни $B \cdot> X$.

Теорема 1. *MLR—распознаватель M_G адекватен КС-грамматике G тогда и только тогда, когда он соответствует ей и она является ПСП-грамматикой.*

Несмотря на сказанное утверждение, следует отметить. что проблема адекватности MLR-распознавателя не разрешима.

Есть грамматики, которые являются и ПСП-грамматиками, и грамматиками простого предшествования. Но есть грамматики ПСП, которые не являются грамматиками ПП. Также существуют грамматики ПП, которые не являются грамматиками ПСП. По порождающей способности грамматики ПСП не превосходят грамматики ПП. Имеет место следующая теорема.

Теорема 2. *Язык определяется грамматикой правого слабого предшествования тогда и только тогда, когда он определяется не праворекурсивной грамматикой простого предшествования.*

Преимущество ПСП-анализаторов заключается в том, что они требуют меньше памяти, чем анализаторы для грамматик простого предшествования и слабого предшествования. ПСП-анализатор требует также меньше памяти, чем анализаторы, использующие $LR(1)$-таблицы [1]. Экономия памяти достигается тем, что не приходится переносить в магазин символы основы.

В настоящее время реализован алгоритм, генерирующий анализатор ПСП, который включен в систему построения трансляторов ИК АН Азерб. ССР с помощью системы построения трансляторов реализованы и находятся на стадии разработки кросс-ассемблеры, трансляторы для языка моделирования цифровых устройств и языка задания семантики SEMPL, в основе которых лежит ПСП-анализатор.

Литература

Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции, т. I. Изд-во „Мир". М., 1978.

Институт кибернетики *Поступило 16. IX 1981*

Т. М. Әлиіев

БИР СИНИФ ГРАММАТИКАЛАР ВӘ ОНЛАРЫН АРАШДЫРЫЛМАСЫ АЛГОРИТМИ ҺАГГЫНДА

Мәгаләдә јени синиф грамматикалара бахылыр. Белә ки, бу грамматикалар үчүн гурулан таныјычы дикәр синиф грамматикалар үчүн гурулан таныјычылара нисбәтән аз јаддаш һәчми тәләб едир. Бу синиф грамматикаларын төрәмә габилијјәти вә онлар үчүн гурулан таныјычыларын адекватлығы һаггында теоремләр верилир.

T. M. Aliyev

ON A CLASS OF GRAMMARS AND THE ALGORITHM OF THEIR PARSING

A new class of grammar for which a recognizer is built, which is more economic according to the requirements of the used memory value than the recognizers for the other classes of grammars, is considered in this report.

The theorems on adequacy of the recognizer and the theorem production ability of the grammars of this class are also presented in this report.

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД № 9 1982

УДК 577.3

БИОФИЗИКА

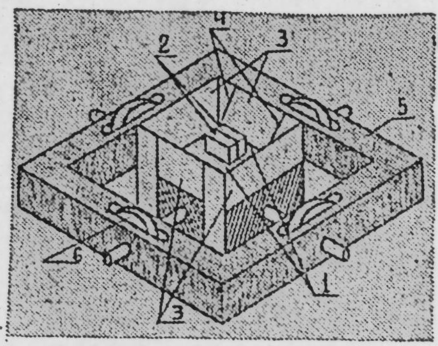
Акад. Д. А. АЛИЕВ, В. Ф. АДЫГЕЗАЛОВ, М. Г. МАГЕРРАМОВ

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ МЕМБРАННОГО ПОТЕНЦИАЛА КЛЕТОК ЛИСТЬЕВ НАЗЕМНЫХ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

За последние годы количество работ по изучению природы электрогенеза клеток высших растений сильно возросло. Основными объектами микроэлектродных исследований служили корни и листья водных растений [1, 2, 3]. Имеются также данные, касающиеся биоэлектрических характеристик мембран клеток листьев наземных высших растений [4, 5]. Однако, несмотря на то, что исследователи экспериментировали с листьями наземных растений, для которых в отличие от корней наземных и листьев водных высших растений нахождение в жидкости является неестественным условием, использовали общепринятые методики измерения мембранного потенциала (МП), пригодные только для указанных растительных организмов, тем самым не учитывали различия в условиях произрастания между этими растительными объектами. В связи с этим перед нами была поставлена задача разработать метод, позволяющий измерить МП и изучить влияние химических факторов на биоэлектрические параметры мембран клеток листьев интактных культурных сельскохозяйственных растений (пшеница, кукуруза и др.) в условиях, приближенных к естественным условиям их произрастания. Использование в наших экспериментах, с одной стороны, целого растения, а с другой минимальное искажение естественных условий функционирования листа растения ведет к тому, что не нарушается нормальное течение физиологических процессов. Это дает возможность более точно измерять как МП, так и его изменения под действием факторов различной природы.

Сущность разработанного нами метода заключается в следующем. Две пластинки из пенопласта размером $15\times7\times20$ мм, которые фиксировали кончик листа пшеницы (кукурузы) с двух сторон, приклеивались на специальный зажим. В верхней плоскости обеих пластинок были сделаны выступы размерами $8\times3\times4$ мм. Верхние плоскости этих пластинок вместе с выступами образуют дно проточной камеры. Для образования камеры использовались еще 4 пластинки из пенопласта. Две из них размером $15\times7\times20$ мм, две другие—$28\times\times7\times20$ мм. Формы этих пластинок отличались от формы пластинок, фиксирующих лист тем, что имели внутренние фаски под углом 45°. Эти пластинки приклеивались к специальным зажимам, с помощью которых они прижимались с четырех сторон к фиксирующим лист пластинкам и таким образом образовалась «ванна»—камера.

Поскольку между выступами фиксируется только исследуемый участок кончика листа и только исследуемые клетки на срезе листа омываются раствором химических веществ, последние влияют только на исследуемые клетки на срезе листа, в том числе и на значение МП этих клеток. Видимость клеток на срезе листа тем лучше, чем ближе срез к поверхности раствора, следовательно, и точность введения микроэлектрода в клетку зависит от ее видимости. Именно для улучшения видимости клеток на срезе и, в конечном счете, для повышения точности измерений на лист фиксирующих пластинок делаются выступы, соответствующие размерам и формам боковых стенок камеры, выполненных с внутренними фасками под определенным углом.



Проточная камера. Пластинки (*1*) с выступом (*2*) образующие дно камеры. Пластинки (*3*) с внутренними фасками (*4*), образующие боковые стенки камеры. Рама (*5*) для фиксации зажимов (*6*), передвигающие боковые пластинки камеры.

На рисунке изображена проточная камера, дно камеры образовано пластинками (*1*) с выступами (*2*), а боковые стенки ее образованы пластинами (*3*) с внутренними фасками (*4*). Зажимы (*6*), передвигающие боковые пластинки камеры, фиксируются с помощью рамы (*5*).

После фиксации кончика листа острой бритвой делали его срез. Чтобы обнаженные клетки на срезе не высыхали, сразу же добавляли в срез каплю дистиллированной воды. Затем наполняли камеру контрольным раствором (дистиллированной водой), куда с края камеры погружали электрод сравнения и силиконовые трубочки с внутренним диаметром 1 мм, для притока и оттока раствора. Затем вводился микроэлектрод в клетку на срезе листа и производились измерения. Получили значение МП—160±10 мв.

При изучении влияния растворов исследуемых химических веществ с помощью зажимов, регулирующих диаметр трубочек, и, следовательно, скорости притока и оттока растворов, производится замена в камере контрольного раствора на данный раствор непрерывно. Скорость протекания исследуемого раствора в проточной камере в ходе эксперимента составляла 1 мл/мин.

Объем собранной камеры составляет 2,5±0,5 мл и позволяет производить быструю замену одного раствора другим со скоростью 7,5 мл/мин. Большой объем не желателен, потому, что в экспериментах в основном используются ценные токсические и труднодоступные вещества. Для экономии этих веществ выбирается возможный наименьший объем. Меньший объем не целесообразен, поскольку, с одной стороны, в этом случае клетки на срезе листа не покрываются раствором исследуемых веществ (или контрольным раствором), что приведет к гибели клеток, с другой—нарушается контакт между микроэлектродом и электродом сравнения, без которого невозможно проводить измерение.

В дальнейшем с помощью разработанного нами метода изучали влияние ряда ингибиторов метаболических процессов на МП клеток листьев культурных растений.

Значение МП под действием 10^{-4} М 2,4-динитрофенола (2,4-ДНФ) деполяризовалось (уменьшалось) от—160 до—60 мВ со скоростью 50 мВ/мин.

В отличие от 2,4-ДНФ при действии 10^{-4} М амитала (натриевая соль этилизоамилбарбитуровой кислоты) уменьшение МП происходит от—160 до —110 мВ со скоростью 15 мВ/мин.

Повторив все операции для кукурузы, получили значения МП в контрольном растворе—200±10 мВ.

При действии на кукурузу 2,4-ДНФ наблюдается деполяризация МП от—200 до—30 мВ, со скоростью 60 мВ/мин, а при действии амитала деполяризовалось от —200 до —140 мВ, со скоростью 20 мВ/мин.

Действие всех ингибиторов на МП обратимо, т. е. при замене раствора и ингибиторов контрольным раствором величина МП принимает исходное значение.

Разработанный нами метод по сравнению с существующим [4, 5] имеет ряд преимуществ.

1. Позволяет использовать в экспериментах целые растения, благодаря чему не нарушается нормальное течение физиологических процессов. Кроме того, при необходимости в экспериментах можно использовать также и части органов.

2. Позволяет осуществлять прямой контроль за введением микроэлектрода в любую клетку любого типа (поверхностные и глубоколежащие), так как кончик листа фиксируется не параллельно, а перпендикулярно к плоскости дна камеры.

3. Позволяет изучить влияние химических факторов на значения МП только исследуемых клеток и тем самым измерить истинное изменение МП исследуемых клеток под действием растворов химических веществ, так как объект исследования не полностью погружается в раствор химических веществ, а последний омывает только исследуемые клетки листа целого растения.

4. Является универсальным, т. е. пригодным в экспериментах как с листьями наземных растений, так и с корнями наземных и листьями водных высших растений.

Таким образом, разработанный нами оригинальный метод позволяет изучать влияние химических факторов на МП клеток листьев интактных наземных высших растений в условиях, приближенных к естественным условиям их произрастания, что дает возможность более точно измерять как МП, так и его изменения под действием физико-химических факторов.

Литература

1. Bentrup F. W., Gratz H. J., Unbehauen H. In: „Ion transport in plants", London and New York, 171, 1973. 2. Воробьев Л. Н., Мельников П. В., Вахмистров Д. Б. „Физиол. растений", 24, 5, 981, 1977. 3. Лялин О. О. В кн.: „Ионный транспорт в растениях". „Наукова думка", 10, 1979. 4. Brinckmann E., Lüttge U. „Experientia", 31, 8, 1975. 5. Павловкин Я., Проценко Д. Ф. „Физиол. и биохимия культ. растений", 12, 5, 488, 1980.

Научный центр биологических исследований

Поступило 18. XI 1981

Ч. Ә. Әлијев, В. Ф. Адыкөзәлов, М. Һ. Мәһәррәмов

ЈЕРҮСТҮ АЛИ БИТКИЛӘРИН ЈАРПАГ ҺҮЧЕЈРӘЛӘРИНИН МЕМБРАН ПОТЕНСИАЛЫНЫН ДӘЈИШМӘСИНИ ӨЛЧМӘК МЕТОДУ

Мәгаләдә интакт јерүстү али биткиләрин јарпаг һүчејрәләринин мембран потенсиалына кимјәви факторларын тә'сирини тәбии битмә шәраитинә јахын шәраитдә өлчмәјә имкан верән метод шәрһ едилмишдир. Ишләниб һазырланан методун мөвчуд методлардан үстүнлүјү көстәрилмишдир.

Dj. A. Aliev, V. F. Adygezalov, M. G. Magerramov

THE METHOD OF MEMBRANE POTENTIAL CHANGES MEASURING OF LAND HIGHER PLANT LEAVES CELLS

The method, allowing to study the influence of the chemical factors on the membrane potential of intact land higher plant leaf cells under the conditions brought nearer to the natural ones for their growth, has been described. The advantage of worked out method in comparison with the existent one is shown.

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД № 9 1982

УДК 547.569.2+541.65+543.42

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Акад. А. М. КУЛИЕВ, М. А. ШАХГЕЛЬДИЕВ, И. А. АЛИЕВ, Э. А. АГАЕВА. Т. Ю. ИСКЕНДЕРОВА

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В АРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЯХ ЭЛЕМЕНТОВ VI ГРУППЫ

Относительная основность алкилфенилсульфидов*

В литературе постоянно возрастает интерес к изучению методом ИК-спектроскопии относительной основности различных классов сероорганических соединений [4]. В качестве меры относительной основности большинство исследователей принимает величину сдвига частоты валентного колебания $\Delta\nu$ (OH) связи O—H фенола при образовании им H-комплексов с данным веществом. ИК-спектроскопические исследования H-комплексов позволяют полуэмпирически оценивать эффекты сопряжения в молекулах органических соединений серы [5]. Так, недавно Б. А. Трофимов и сотр. [6] установили, что причиной наиболее значительных изменений в относительной основности α-, β-ненасыщенных сульфидов CH_2-CHSR является индукционный эффект заместителей у атома серы, а вклады эффектов p-π— и p_π—d_π—сопряжения существенно малы по сравнению с индукционным эффектом. Представляло интерес сопоставить относительную основность α, β-ненасыщенных сульфидов с относительной основностью их аналогов, содержащих вместо винильной, фенильную группу.

Для оценки влияния строения тиоэфиров C_6H_5SR на их относительную основность (а следовательно, и на их реакционную способность) в настоящей работе мы исследовали методом ИК-спектроскопии способность этих соединений участвовать в образовании H-связи с фенолом (в среде CCl_4). Поскольку образование H-связей протекает с минимальным перераспределением электронной плотности в реагирующей молекуле (в частности, не требует регибридизации гетероатома), мы, в соответствии с общепринятой точкой зрения [7], принимали, что величина $\Delta\nu$ (OH) пропорциональна энергии образования H-связи O—H . . . S (а следовательно, электронодонорной способности тиоэфира) и отражает, в конечном счете, изменение электронной плотности на центре основности под влиянием варьируемых заместителей.

Полученные нами результаты показали, что в ИК-спектрах тройных систем фенол-алкилфенилсульфид—CCl_4 в области валентных колебаний группы OH наблюдаются три полосы поглощения. Первая из этих полос (со стороны больших частот) соответствует колебаниям „свободной“ группы OH фенола, вторая—колебаниям группы OH, связанной с π-электронной системой бензольного кольца тиоэфира

* Предварительные сообщения см. [1—3].

(Н-комплекс π-типа), третья—колебаниям группы ОН, связанной с неподеленными 3р-электронами серы (Н-комплекс *п*-типа). Отнесение полученных полос поглощения к двум типам Н-комплексов подтверждается близостью частот этих полос к частотам Н-комплексов фенола с этилбензолом (Δν(ОН)-47 $см^{-1}$), где возможно образование лишь комплекса π-типа, с одной стороны, и *н*-амилциклогексульфидом (Δν(ОН)·255 $см^{-1}$), где возможно образование только комплекса *п*-типа, с другой.

Для исследованных Н-комплексов полосы поглощения связанного фенола имеют простую структуру, что говорит об отсутствии искажений величины Δν (ОН), возникающих иногда в комплексах фенола с сильными электронодонорами [8]. Наличие в спектрах поглощения „свободной" группы ОН свидетельствует о малой величине константы комплексообразования тиоэфиров с фенолом.

Зависимость между величинами Δν (ОН) для *п*-комплексов и значениями индукционных констант Тафта (σ*) заместителей в соединениях C_6H_5SR описывается уравнением:

$$\Delta\nu\,(OH) = (219 \pm 7) - (78 \pm 12)\,\Sigma\sigma^*,\ r = 0{,}965,\ n = 15,\ S = 4{,}9^* \qquad (1)$$

При этом на прямую Δν(ОН) = φ(σ*) укладывается не только величины (ОН) для исследованных нами сульфидов**, но и литературные данные по относительным величинам основности тиоэфиров [6,9]. Вполне удовлетворительная корреляция ($r = 0{,}965$, уравнение 1) позволяет считать, что гиперконъюгационные и пространственные эффекты заместителей у атома серы не играют определяющей роли в процессе образования Н-комплексов типа О—Н . . . S. Таким образом, взаимоотношение заместителя R с атомом S в молекулах C_6H_5SR ограничивается главным образом индукционным взаимодействием.

Если в качестве характеристики основных свойств принять величину Δν (ОН), то на основании полученных результатов и литературных данных [3, 6, 9, 10] можно заключить, что алкилфенилсульфиды, по сравнению с однотипно построенными эфирами [11, 12] являются более сильными *п*-основаниями. Однако в алифатическом ряду наблюдается обратное соотношение—основность диалкилсульфидов значительно ниже основности их кислородных аналогов [13]. Это противоречие не может быть объяснено вкладом индукционного эффекта заместителя, поскольку такое влияние должно сказаться сильнее на менее электроотрицательной сере (ср. с [14]), приводя к уменьшению электронодонорных свойств в соединениях C_6H_5. Возможно, что одна из причин более высокой основности алкилфенилсульфидов по сравнению с изоструктурными эфирами заключается в слабом *р*π-взаимодействии неподеленной пары электронов атома серы с π-системой бензольного кольца [15]. С другой стороны, большая основность алкилфенилсульфидов по сравнению с их кислородными аналогами может быть также результатом $p_\pi - d_\pi$-сопряжения между атомом серы и бензольным кольцом, при котором повышается эффективный отрицательный заряд на атоме серы. Последнее обстоятельство побудило нас изучить относительную основность специально синтезированных насыщенных сульфидов (в таблице соединения XXIII—XXX).

* *r*—коэффициент корреляции, *S*—стандарт регресии, *п*—число точек.

** Сульфиды XVII и XIX отклоняются от линии регрессии в сторону более высокой основности, поэтому соответствующие им значения Δν (ОН) в корреляцию не включены.

Статистическая обработка полученных результатов показала, что параметр Δν (ОН) коррелирует с индукционными константами Тафта заместителей *R*:

$$\Delta\nu\,(OH) = (220 \pm 4) - (119 \pm 14)\,\Sigma\sigma^*,\ r = 0{,}991,\ S = 4{,}7\ \ n = 8. \qquad (11)$$

Значения Δν (ОН) в ИК-спектрах Н-комплексов тиоэфиров с фенолом

№ соед	Соединение	Δν (ОН) $см^{-1}$ (п-комплекс)		Σσ*
		Найдено в работе	Литературные данные	
I	$C_6H_5SCH_3$	171	172 [6]	+0,60
II	$C_6H_5SC_2H_5$	183	180 [6]	+0,50
III	$C_6H_5SC_3H_7$-н	175		+0,485
IV	$C_6H_5SC_3H_7$-изо	192		+0,41
V	$C_6H_5SC_4H_9$-н	177		+0,47
VI	$C_6H_5SC_4H_9$-изо	181		+0,475
VII	$C_6H_5SC_4H_9$-втор.	188		+0,39
VIII	$C_6H_5SC_4H_9$-трет.	200		+0,30
IX	$C_6H_5SC_5H_{11}$-н	174		+0,438
X	$C_6H_5SC_5H_{11}$-изо	188		+0,438
XI	$C_6H_5SC_6H_{13}$-н	180		—
XII	$C_6H_5SC_7H_{15}$-н	178		—
XIII	$C_6H_5SC_8H_{17}$-н	185		—
XIV	$C_6H_5SC_9H_{19}$-н	180		—
XV	$C_6H_5SC_{10}H_{21}$-н	179		—
XVI	$C_6H_5SC_6H_{11}$ цикло	195		+0,4
XVII	$C_6H_5SCH_2C_6H_5$	179		+0,815
XVIII	$C_6H_5SCH=CH_2$	142	122 [6], 140 [9]	+1,0
XIX	$C_6H_5SC_6H_5$	149		+1,20
XX	$C_6H_5SC_2H_4Cl$	143		+0,985
XXI	$C_6H_5SC_2H_4Br$	153		+0,86
XXII	$C_6H_5SC_3H_6Br$	167		+0,693
XXIII	CH_3SCH_3	223	227 [6]	0,00
XXIV	$C_2H_5SC_2H_5$	242	242 [6]	—0,20
XXV	н-$C_3H_7SC_3H_7$-н	248	245 [6]	—0,23
XXVI	изо-$C_3H_7SC_3H_7$-изо	262	256 [6]	—0,38
XXVII	н-$C_4H_9SC_4H_9$-н	255	248 [6], 250 [9]	—0,260
XXVIII	н-$C_5H_{11}SC_5H_{11}$-н	263		0,324
XXIX	$(C_6H_5CH_2)_2S$	166	179 [6], 160]9]	+0,43
XXX	н-$C_5H_{11}SC_6H_{11}$-цикло	255		—0,362

Таким образом, и в ряду насыщенных сульфидов влияние заместителей у атома *S* на относительную основность происходит преимущественно по индукционному механизму.

Корреляционный анализ данных по Δν (ОН) для насыщенных и фениловых сульфидов в целом показывает, что единая линейная зависимость Δν (ОН) от суммы констант Σσ* заместителей выражена вполне однозначно:

$$\Delta\nu\,(OH) = (225 \pm 4) - (90 \pm 3)\,\Sigma\sigma^*,\ r = 0{,}985,\ S = 6{,}8\ \ n = 23 \qquad (III)$$

Это показывает, что по данным относительной *п*-основности (в единицах Δν(ОН)) никакие другие электронные эффекты, кроме индукционного, в рассматриваемой серии сульфидов практически не проявляются так же, как и в ряду виниловых сульфидов [6].

Литература

1. Алиев И. А. Тез. докл. X научн. студенческой конференции (химия, биоло- гия), стр. 8. Новосибирск, 1972. 2. Кулиев А. М., Алиев И. А., Шахгельдиев М. А., Агаева Э. А., Гасанов Б. Р. Тез. докл. X научн. сессии, посвященной итогам научно-исследовательских работ республики по координируемым АН Азербай- джанской ССР проблемам естественных и общественных наук за 1972 г., стр. 15. Изд-во «Элм». Баку, 1973. 3. Кулиев А. М., Алиев И. А., Шахгельдиев М. А, Агаева Э. А., Гасанов Б. Р., Тез. докл. XIII научн. сессии по химии и технологии органических соединений серы и сернистых нефтей, стр. 278. «Зинатне», Рига, 1974. 4. Зуйко И. В., Банковский Ю. А. Усп. хим., 42, 39, 1973. 5. Его- рочкин А. Н., Скобелева С. Е. «Усп. хим.», 48, 2216, 1979. 6. Трофимов Б. А., Шергина Н. И., Косицына Э. И., Вялых Е. П., Амосова С. Б., Гусарова Н. К., Воронков М. Г., РСОС, т. 10, вып. 3 (37), стр. 757, 1973. 7. Луцкий А. Е. ЖСХ, 13, 534, 1972. 8. Одиноков Е. Е. Автореф. дисс. МГУ, М., 1970. 9. Кулиев А. М., Ализаде З. А., Салимов М. А., Мирмовсумова А. М., Ибрагимов Н. Ю., Курбаналиева Т., Мамедова С. А. «ДАН Азерб. ССР», 26, 46, 1970. 10. Погорелый В. К., Усп. хим., 46, 602, 1977. 11. Трофимов Б. А., Шергина Н. И., Коростова С. Е., Косицына Э. И., Вылегжанин О. Н., Недоля Н. А., Воронков М. Г. РСОС, т. 8, вып. 4 (30), стр. 1047, 1971. 12. Агаева Э. А., Шахгельдиев М. А., Искендерова Т. Д. «Азерб. хим. ж.»,, 1, 69, 1972. 13. Арнет Э. М. Современные проблемы физи- ческой органической химии, стр. 195—342. Пер. с англ. Изд. «Мир». М., 1967. 14. Эп- штейн Л. М., Ашкинадзе Л. Д., Горелик С. О., Гамбарян Н. П., Боч- вар Д. А., Казицына Л. А. Изд. АН СССР, серия хим., 1974. 15. Оаэ С. Хи- мия органических соединений серы. Изд-во «Химия». М., 1975.

Поступило 8. VII 1981

АГУ им. Кирова

Ә. М. Гулиjев, М. Ә. Шаһкәлдиjев, И. Ә. Әлиjев, Е. А. Агаjева, Т. J. Искәндәрова

VI ГРУП ЕЛЕМЕНТЛӘРИНИН АРОМАТИК БИРЛӘШМӘЛӘРИНДӘ ЕЛЕКТРОН ЕФФЕКТЛӘРИ. АЛКИЛФЕНИЛСУЛФИДЛӘРИН НИСБИ ӘСАСЛЫЛЫҒЫ

ИГ-спектроскопиjа үсулу илә фенолун ОН—групунун валент рәгсләринин тезлиjинин дәjишмәсинә әсасән 30 ароматик вә алифатик сулфидин феноллa O=H... S вә O—H ... π типли H—комплекс әмәлә кәтирмәсинә әсасән нисби әсаслылығы өjрәнилмишдир. Мүәjjән едилмишдир ки, алкилфенилсулфидләр алкилфенил ефирләрә нисбәтән даhа гүввәтли *n*—әсасдыр. Лакин алкилфенилсулфидләри онларын оксикенли вә карбонлу аналоглары илә мугаjисә етдикдә даhа зәиф π-әсасдыр. Алкиларилсулфидләрин *n*—әсаслылығы күкүрд атомунда олан әвәзедичинин индуксиjа еффекти илә мүәjjән олунур. Диалкил—вә алкилфенилсулфидләри Δν(ОН)-а көрә корреlјасиjасы көстәрмишдир ки, Δν (ОН)-ын jеканә хәтти асылылығы күкүрд атомундакы әвәзләjичиләрин Σσ* сабитләри илә мүәjjән олунур.

A. M. Kuliev, M. A. Shakhgeldiev, I. A. Aliev, E. A. Agaeva, T. Yu. Iskenderova

ELECTRONIC EFFECTS IN AROMATIC COMPOUNDS OF VI GROUP ELEMENTS. RELATIVE BASICITY OF ALKYLPHENYLSULPHIDES

Based on the shift of stretching frequency of phenol OH group in the formation of O—H... S and O—H ... π-type H-complexes, relative basicity of 30 aromatic and aliphatic sulphides was investigated by IR-spectroscopy.

It is shown that alkylphenylsulphides are more stronger n-bases than corresponding alkylaryl ethers. However, alkylphenylsulphides compared with their oxygen and carbon analogues exhibit weaker π-basicity.

It was also established that n-basicity of alkylarylsulphides was determined by induction effect of substituents at the sulphur atom.

Free energy relationship analysis Δν (OH) for dialkyl and alkylphenylsulphides on the whole showed that single linear dependence Δν(OH) on σ* constant substituents at the sulphur atom was expressed quite unambiguously.

АЗӘРБАJҸАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИJАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ҸИЛД № 9 1982

УДК 547.593. 21+541.63

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

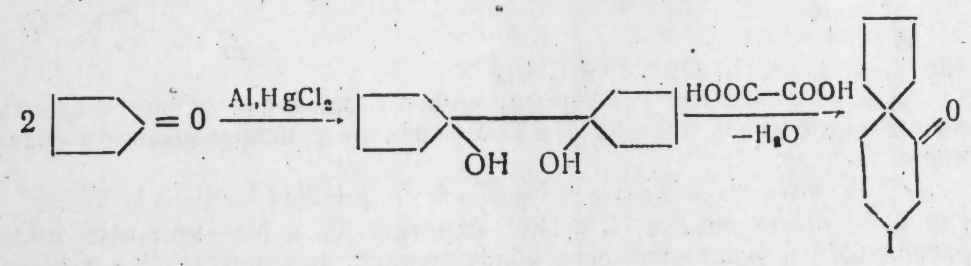
Э. А. РАМАЗАНОВ, И. Г. МУРСАКУЛОВ, С. А. МОВЛА-ЗАДЕ, М. М. ГУСЕЙНОВ, Н. С. ЗЕФИРОВ

КОНФОРМАЦИОННОЕ РАВНОВЕСИЕ ПРОИЗВОДНЫХ СПИРО (4,5)-ДЕКАНА И СПИРО (5,5)-УНДЕКАНА

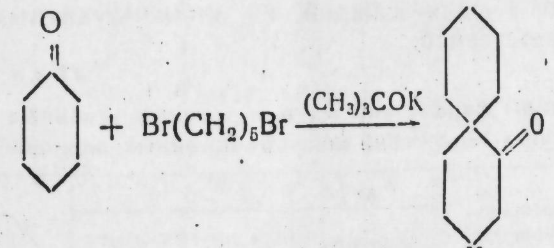
(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Т. Н. Шахтахтинским)

Выполняя программу систематических исследований конформационного равновесия 1, 1, 2-тризамещенных циклогексанов [1—4] и, в частности, производных спиранового ряда [5,6], мы синтезировали ряд 6-замещенных спиро (4,5)-деканов и 2-замещенных спиро (5,5)-ундеканов и методом ПМР-спектроскопии изучили конформационное поведение этих соединений.

Исходными соединениями для синтеза целевых 6-замещенных спиро (4,5)-деканов и 2-замещенных спиро (5,5)-ундеканов соответственно были выбраны спиро (4,5)-декан-6-он (I) и спиро (5,2)-ундекан-2 он (II). Последние были синтезированы восстановительной демеризацией циклопентанона с последующей дегидратацией получающегося дитетраметиленгликогля и циклоалкилированием циклогексанона 1,5-дибромпентаном по следующим схемам [7,8]:

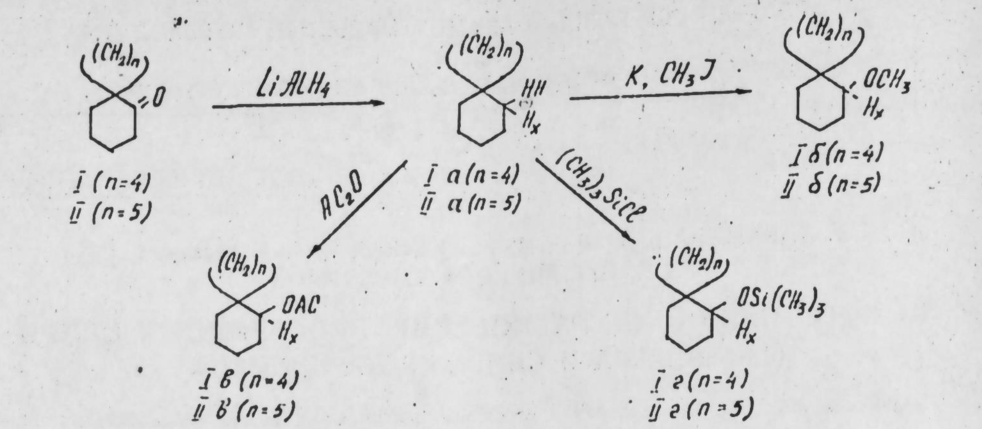


I



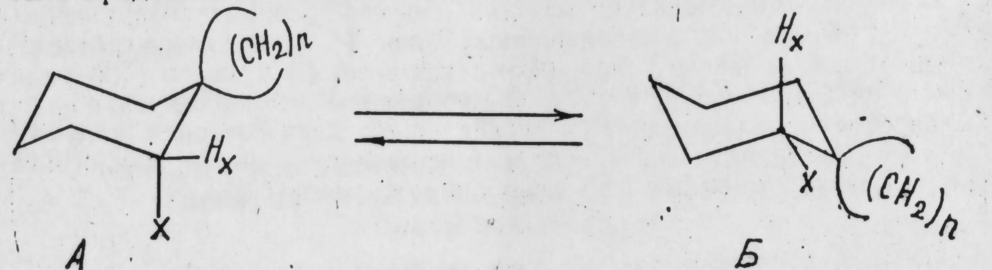
II

Восстановлением I и II алюмогидридом лития были получены спиро (4,5)-декан-6-ол (Iа) и спиро (5,5)-ундекан-2-ол (IIа), из которых в результате следующих превращений были также синтезированы метокси-(Iб, IIб), ацетокси-(Iв, IIв) и триметилсилилокси—(Iг, IIг) замещенные спиро-соединения:



Строение всех синтезированных соединений доказывалось данными их элементных анализов и стандартными спектроскопическими характеристиками (ИК-и ПМР). Чистота контролировалась ГЖХ анализом.

Конформационное равновесие исследованных соединений межет быть представлено схемой:



где X=OH, OCH_3, OAc, $OSi(CH_3)_3$

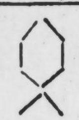
Оценка положения конформационного равновесия осуществлялась по ширине сигнала протона H_x в ПМР-спектре с использованием уравнения Илиела:

$$W = W_A \cdot N_A + W_Б \cdot N_Б = N_A (J_{ee} + J_{ea}) + N_Б (J_{aa} + J_{ae}),$$

где W—ширина сигнала H_x в ПМР-спектре; N_A и $N_Б$—мольные доли аксиального и экваториального конформеров; параметры W_A и $W_Б$—ширина сигналов H_x для каждой из индивидуальных конформаций W_A и $W_Б$, соответственно.

Таблица 1

Величины параметров W_A и $W_Б$, использованные для расчета положений конформационных равновесий.

1,1-геминальный фрагмент	W_A, Гц	W_A, Гц	$W_Б$, Гц
	Для OAc	для других заместителей	
	5,4	5,9	13,7
	5,0	5,5	14,7

Величины параметров W_A и $W_Б$ были найдены из низкотемпературных ПМР-спектров соединений Iб, IIб, Iв и IIв. При этом оказалось, что значения „стандартных" параметров W_A и $W_Б$ зависят как от геминального фрагмента, так и от природы заместителя в положении 2. В последнем случае наибольшая разница, по крайней мере, для параметра W_A, наблюдается для метокси-и ацетокси-групп, что обусловлено значительной разницей в электроотрицательностях этих заместителей. Поэтому при расчетах мы старались, по возможности, использовать собственные значения „стандартных" параметров W_A и $W_Б$ как для каждой структуры, так и заместителей в положение 2. Эти данные приведены в табл. 1.

Данные о конформационном равновесии (величины химсдвигов и ширины сигнала H_x, доля экваториальной конформации Б и величина свободной энергии конформационного равновесия) исследованных соединений приведены в табл. 2.

Как видно из данных этой таблицы, для всех исследованных соединений наблюдается значительное увеличение доли аксиальной

Таблица 2

Параметры ПМР-спектров и конформационных равновесий синтезированных соединений

№ в-ва	Растворитель	H_x, м. д. (ГМДС)	W, Гц	$n^б$ %	Δ Ge—a. ккал/моль
Ia	CCl_4	3,33	(13,4±0,4)	(67,6±3,6)	(−0,44±0,10)
	C_6H_6	3,30	(13,3±0,3)	(66,7±2,7)	(−0,42±0,07)
Iб	CCl_4	2,71	9,7±0,5	48,7±6,4	0,03±0,15
	C_6H_6	2,63	9,4±0,4	44,9±5,1	0,12±0,12
	CS_2	2,70	9,8±0,3	50,0±3,8	0,00±0,09
	CD_2CN	2,77	9,7±0,5	48,7±6,4	0,03±0,15
Iв	CCl_4	4,51	10,1±0,2	56,6±2,4	−0,16±0,06
	CS_2	4,50	9,7±0,3	51,8±3,6	−0,04±0,09
	C_6H_6	4,85	10,6±0,4	62,7±4,8	−0,31±0,13
	CD_3CN	4,55	9,6±0,7	50,6±8,4	−0,01±0,20
Iг	CCl_4	3,30	(12,4±0,5)	(58,6±4,5)	(−0,21±0,11)
	C_6H_6	3,28	10,1±0,3	53,8±3,8	0,09±0,09
	CD_3CN	3,32	(13,1±0,5)	(64,9±4,5)	(−0,37±0,12)
IIa	CCl_4	3,20	(12,1±0,6)	(44,6±4,1)	(0,13±0,10)
	C_6H_6	3,10	(13,3±1,3)	(52,7±8,8)	(−0,07±0,22)
	CD_3CN	3,16	(12,4±0,4)	(46,6±2,7)	(0,08±0,07)
IIб	CCl_4	2,70	8,9±0,3	37,0±3,3	0,23±0,08
	CS_2	2,69	9,5±0,2	43,5±2,2	0,16±0,05
	C_6H_6	2,60	9,6±0,4	44,6±4,3	0,13±0,11
	CD_3CN	2,74	10,0±0,9	48,9±9,8	0,03±0,24
IIв	CCl_4	4,57	(10,4±0,5)	(35,3±3,3)	(0,36±0,08)
	CS_2	4,50	8,2±0,4	33,0±4,1	0,43±0,11
	C_6H_6	4,70	9,8±0,5	49,5±5,2	0,11±0,12
	CD_3CN	4,52	8,3±0,5	34,0±5,2	0,40±0,13
IIг	CCl_4	3,12	9,4±0,4	42,4±4,3	0,18±0,11
	C_6H_6	3,20	10,1±0,5	50,0±5,4	0,00±0,13

конформации А в смеси по сравнению с аналогичными монозамещенными циклогексанами, что можно объяснить стерическим отталкиванием между заместителями в положении 2 и 1,1-геминальным фрагментом. Сравнение положения конформационного равновесия показывает, что производные спиро (5,5)-ундекана проявляют намного больший „аксиальный сдвиг", чем спиро (4.5)-декана. Этот факт скорее всего объясняется тем, что пятичленное кольцо в спиродеканах (I а—г) сравнительно с соответствующим шестичленным кольцом в спироундеканах (II а—г) уплощено.

Как видно из ньюменовских проекционных формул этих соединений (III и IV), такое геометрическое изменение приводит к отклонению С—Н связей от параллельной 1,3-син-аксиальной ориентации и

Таблица 3

Физико-химические и спектроскопические характеристики синтезированных соединений

Соединения	Т. кип., °С/мм	$n_Д^{20}$	Элементный состав: С найдено, вычислено	Элементный состав: Н найдено, вычислено	Сигналы протонов в ПМР-спектре (CCl_4, ГМДС), м.д.: H_x	спирановых колец	—OR
Iа	75—76 / 2	1,4974	77,79 77,68 77,87	11,45 11,53 11,76	3,25 (м)	1,0—1,7 (м)	3,56 (с) OH
Iб	71—72 / 2	1,4737	78,38 78,14 78,51	11,81 11,71 11,98	2,71 (д.д)	0,75—1,75 (м)	3,16 (с) OCH_3
Iв	94—96 / 2	1,4812	73,43 73,43 73,43	10,01 10,09 10,27	4,50 (д.д,)	1,0—1,8 (м)	1,9 (с) $OCOCH_3$
Iг*	76—78 / 1	1,4624	68,87 68,89 68,95	11,30 11,37 11,58	3,27 (д.д,)	1,0—1,8 (м.)	0,05 (с) $OSi(CH_3)_3$
IIа	112—113 / 1	1,5012	78,47 78,50 78,51	11,82 11,76 11,98	3,20 (м)	0,95—2,10 (м)	2,80 (с) OH
IIб	97—98 / 3	1,4808	78,92 79,00 79,06	12,00 11,98 12,17	2,70 (т)	0,9—1,9 (м)	3,20 (с) OCH_3
IIв	117—120 / 2	1,4783	74,13 74,16 74,24	10,36 10,42 10,55	4,57 (т)	1,0—1,95 (м)	1,96 (с) $OCCH_3$
IIг*	115—116 / 2	1,4682	69,88 69,80 69,93	11.52 11.58 11,74	3,20 (т)	1,0—1,7 (м)	0,05 (с) $OSi(CH_3)_3$

* Внутренний стандарт C_6H_6.

следовательно, к уменьшению величины 1,3 син-аксиальных H...X взаимодействий в I а—г сравнительно с II а—г.

III IV

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Все ПМР-спектры снимались на приборе Tesla BS-487B, 80 МГц, внутренний стандарт ГМДС. Низкотемпературные ПМР-спектры и спектры в CS_2 снимались на спектрометре фирмы Бруккер 90МГц. ГЖХ анализы осуществлялись на хроматографе ЛХМ-8МД на двух колонках размерами 300×0,3 см, наполненных 10%-ным апиезона-L на хромосорбе-W и 15% реоплекса-400 на хезосорбе, детектор-катарометр, расход газа-носителя гелия 40 мл/мин, т-ра—160 и 180°С, соответственно.

Восстановление спирокетонов I и II алюмогидридом лития проводили в соответствии с [9]. Метокси-(I б, II б) и ацетоксизамещенные (I в, II в) спираны получались по аналогичным с [9] методикам, а триметилсилильные (I г, II г) производные по методике [10]. Некоторые физико-химические характеристики и данные ПМР-спектров исследованных соединений приведены в табл. 3.

Выводы

1. Синтезирован и охарактеризован ряд 8-замещенных спиро (4,5)-деканов и 2-замещенных спиро (5,5)-ундеканов и методом ПМР-спектроскопии исследовано их конформационное равновесие.

2. Показано, что для всех изученных соединений наблюдается значительное содержание аксиальной конформации в конформационном равновесии, что объясняется стерическим отталкиванием между заместителями в положениях 6 и 2 и геминальными спирановыми фрагментами.

3. Наблюдаемое различие в конформационном поведении производных спиродекана и спироундекана объясняется особенностями геометрического строения, соответственно, пяти- и шестичленных спирановых фрагментов.

Литература

1. Мурсакулов И. Г., Рамазанов Э. А., Байрамов А. А., Мовлазаде С. А., Зефиров Н. С., Биннатов Р. В. «Азерб. хим. ж.», № 4, 64, 1978. 2. Касумов Н. К., Мурсакулов И. Г., Чаленко Э. Г., Зефиров Н. С. «Азерб. хим. ж.», № 5. 35, 1978. 3. Зефиров Н. С., Бараненко И. В., Мурсакулов И. Г., ЖОрХ, 15, 2212, 1979. 4. Зефиров Н. С., Чаленко Э. Г., Мурсакулов И. Г., Гусейнов М. М., Касумов Н. К., Рамазанов Э. А. ЖОрХ, 14, 1560, 1978. 5. Зефиров Н. С., Чаленко Э. Г., Арриповский А. В., Мурсакулов И. Г., Гусейнов М. М., Рамазанов Э. А., Chem. Comm., 147, 1978.

6. Зефиров Н. С., Мурсакулов И. Г., Рамазанов Э. А., Касумов Н. К., Чаленко Э. Г., Арциновский А. В. «Азерб. хим. ж.», № 4, 72, 1977. 7. Зелинский Н. Д., Шуйкин Н. И. ЖРФХО, 61, 2245, 1929. 8. Mousseron M., Jacquier R., Christol H. Bull. Soc. Chim. France, 1957, 346. 9. Мурсакулов И. Г., Гусейнов М. М. Чаленко Э. Г. Рамазанов Э. А., Касумов Н. К., „Азерб. хим. ж.", № 3, 50, 1973. 10. Андрианов К. А., Горнец Л. В. „ДАН СССР", 101, 259, 1955.

Институт хлорорганического синтеза
АН Азербайджанской ССР

Поступило 14. II 1980

Е. А. Рамазанов, И. Һ. Мурсагулов, С. А. Мөвлазадә, М. М. Һүсејнов, Н. С. Зефиров

СПИРО (4,5)-ДЕКАН ВӘ СПИРО (5,5)-УНДЕКАН ТӨРӘМӘЛӘРИНИН КОНФОРМАСИЈА ТАРАЗЛЫҒЫ

Мәгаләдә 6-әвәзолунмуш спиро (4,5)-деканлар вә 2-әвәзолунмуш спиро (5,5)-ундеканлар синтез олунмуш вә НМР-спектроскопијасы үсулу илә конформасија таразлығы өјрәнилмишдир.

Мүәјјән олунмушдур ки, тәдгиг олунан бирләшмәләрин һамысында аксиал конформасија үстүнлүк тәшкил едир ки, бу да 6-чы вә 2-чи вәзијјәтдәки әвәзедичиләрлә спиран фрагментләринин гаршылыглы стерик тә'сири илә изаһ олунур.

E. A. Ramazanov, I. G. Mursakulov, S. A. Movla-zade, M. M. Huseinov, N. S. Zefirov

CONFORMATIONAL EQUILIBRIUM OF SPIRO (4,5)-DECANE AND SPIRO (5,5)-UNDECANE DERIVATIVES

According to the Eliel method a conformational behaviour of a series of 6-substituted spiro(4,5)-decanes and 2-substituted spiro(5,5)-undecanes has been investigated using the NMR technique. A predominancy of axial conformer in conformational equilibrium of the most of investigated compounds was shown. The results have been discussed in terms of steric interaction between geminal spiro-fragments and substituents at C_5 or C_2.

АЗӘРБАЈҸАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД № 9 1982

УДК 551.73:553.98(26)

ГЕОЛОГИЯ

Член-корр. Э. Ш. ШИХАЛИБЕЙЛИ, А. Г. ГАСАНОВ, Р. Э. ТАГИЕВ, Х. П. МЕТАКСА, А. М. МУРАДХАНОВА

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ СТРОЕНИЯ МЕЗОЗОЙСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ ЮЖНОГО КАСПИЯ ПО НОВЫМ ДАННЫМ

Впадина Южного Каспия является одной из глубоководных котловин, к которым относятся также впадины Черного и Средиземного морей. Южнокаспийская впадина входит в систему Куринского и Закаспийского межгорных прогибов, образующих как бы ее центриклинали и на большей своей части окружена альпийскими складчатыми сооружениями Малого Кавказа, Талыша, Эльбруса и Большого Кавказа (его погребенного погружения в море). Южная часть этого незамкнутого кольца—Малый Кавказ, Талыш и Эльбрус по отношению к его северному участку характеризуется большим развитием вулканогенных пород в мезозое и эоцене. На рассматриваемой территории произведен большой объем геолого-геофизических исследований [1—8]. Однако ряд вопросов глубинного строения остаются невыясненными и вызывают различные толкования.

За основу для проведения нашего анализа были приняты данные бурения и площадной сейсморазведки по миоцен-антропогеновому комплексу отложений, новая сеть (1980 г.) взаимно увязанных продольных и поперечных региональных геолого-географических разрезов, данные ГСЗ-КМПВ, карта разностных локальных аномалий силы тяжести (5—25 км) по результатам пересчета гравитационного поля вверх (Андреев и др., 1978), карта остаточных аномалий (0—10 км) по результатам пересчета наблюденного магнитного поля вверх (Глечиева, Метакса, 1978), батиметрические данные, сведения по грязевому вулканизму и др. Были учтены также количественные расчеты по магнитным аномалиям и имеющиеся литературные сведения [1—9 и др.].

По рассматриваемой структуре впадину Южного Каспия можно условно разделить на пять основных зон (рисунок): Ленкорано-Горганский прогиб (I), Мильско-Чикишлярская зона выступов магматитов предположительно мезозоя (II), древний Южнокаспийский «срединный массив» (III), выделяемый по максимальным значениям силы тяжести, Сангачало-Огурчинская зона выступов магматитов мезозоя (IV) и Апшероно-Прибалханский прогиб (V). Сопоставление геологических данных с магнитным полем Куринской впадины, Талыша и Южного Каспия позволяет предположить, что положительное магнитное поле последнего обусловлено в основном влиянием сильно магнитных магматических образований мезозоя.

Мильско-Чикишлярская зона выступов магматитов мезозоя установлена геофизическими исследованиями и находится на юго-восточном погружении Саатлы-Кюрдамирского выступа в море. В пределах Куринской впадины эта зона, разбитая поперечными разрывами, выделяется по данным глубокого бурения, сейсморазведки и магниторазведки [9]. Мильско-Чикишлярское (точнее, Мильско-Окаремское) поднятие магматитов мезозоя является южной границей зоны относительно устойчивых поднятий и северной границей зоны относительно устойчивых поднятий и северной границей Ленкорано-Горганского прогиба. Характер магнитного поля, а также имеющиеся данные бурения и грязевого вулканизма в юго-западной Туркмении и горах Эльбруса свидетельствуют о том, что Мильско-Окаремская зона магматитов мезозоя резко погружается в восточном направлении.

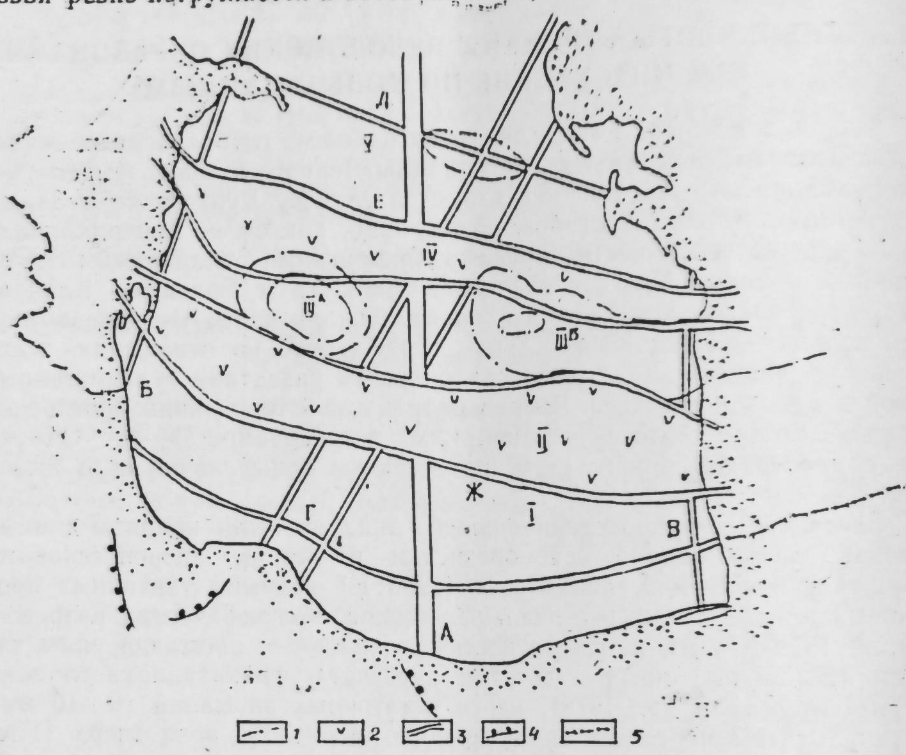


Схема тектоники мезозойских образований: *1*—контуры основных гравитационных аномалий по результатам пересчета вверх; *2*—зоны магматических поднятий мезозоя; *3*—зоны разрывов по геофизическим данным; *4*—зоны разрывов по геологическим данным; *5*—государственная граница.

Разломы и разрывы: *А*—главный поперечный разлом; *Б*—западный разрыв; *В*—восточный разрыв; *Г*—Карабогаз-Сефидрудская пара разрывов; *Д*—Апшероно-Прибалханский; *Е*—Сангачало-Огурчинский; *Ж*—Мильско-Чикишлярская пара разрывов.

Севернее располагается древний Южнокаспийский «срединный массив» [7], который состоит из двух поперечных брахиформных, отображающихся максимумами на карте гравитационного поля (5—25 км) региональных для Южнокаспийской впадины выступов: западного и восточного. Первый из них (IIIа) отвечает максимуму Бакинского архипелага, второй (IIIб) — максимуму Година [2, 3]. Восточному максимуму отвечает область отрицательных значений магнитного поля [4]. Оба поднятия фундамента (консолидированной коры) четко отображаются по данным ГСЗ-КМПВ на профилях 9 и 11 в западной

части Южнокаспийской впадины. Восточный блок (массив Година) отделяется от западного (массив Бакинского архипелага) поперечной зоны древнего разлома и характеризуется А. А. Дзабаевым [4] как зона развития гранитов в основании. Массив Година в основном лежит в области мелководной шельфовой части восточного берега Каспия изобаты до 200 м) и является приподнятым по отношению к массиву Бакинского архипелага. Восточная часть Южного Каспия по своему строению резко отличается от его западной части. Западная глубоководная часть Южного Каспия отличается резким увеличением мощности разреза мезокайнозоя, обусловленным большим погружением массива Бакинского архипелага и, таким образом, ближе по строению к юго-восточной части Куринской впадины. Восточный блок «срединного массива»—массив Година поднят по поперечной зоне разлома по отношению к своему западному аналогу, что обусловило на этом участке впадины спокойную, субплатформенного типа тектонику осадочного чехла, четко фиксирующуюся на геолого-геофизических разрезах. Такое резкое различие в строении западной и восточной части Южного Каспия наглядно отображается и в батиметрических материалах, где туркменский шельф, в отличие от узкого азербайджанского, прослеживается почти до середины впадины.

С севера отмеченная зона положительных значений силы тяжести ограничивается Сангачало-Огурчинской зоной максимумов магнитного поля, которой отвечает зона развития магматитов мезозойского возраста. Последняя протягивается с юго-востока на северо- запад в направлении к Апшеронскому полуострову, южнее и западнее которого резко погружается и почти не фиксируется в магнитном поле.

Зоны поднятий, выделяемые по гравитационным данным, по всей вероятности, развивались начиная с нижнего палеозоя и окаймляются со всех сторон мезозойскими магматитами. Это по имеющимся данным, возможно, связано с внедрением мезозойских магматитов в ослабленные зоны по периферии выступа основания. Подобные факты площадного несоответствия магнитных и гравитационных максимумов хорошо изучены в пределах смежной Куринской впадины [9]. Количественный анализ магнитных аномалий в Мильско-Окаремской зоне показал, что глубины до верхней кромки магматитов изменяются в пределах 5—8 км (Метакса и др., 1978), а в зоне магнитного максимума Бакинского архипелага в 10—12 км. Ранее А. А. Дзабаев [4] оценивал здесь глубины до магматитов в 17—19 км, что связывалось им с поверхностью фундамента, выделяемой по данным ГСЗ-КМПВ. Важно отметить, что мезозойский магматизм Южного Каспия прослеживается нами, по комплексу геолого-геофизических данных, и к западу—в пределах Азербайджана, Грузии и впадины Черного моря.

Следующая на северо-восток пятая зона Апшероно-Прибалханского прогиба отображается в гравитационном поле областью минимальных значений силы тяжести. В магнитном поле она отображена отрицательными значениями, свидетельствующими об отсутствии, либо глубоком залегании магматитов мезозоя. По сейсмическим данным здесь также выделяется глубокий прогиб, максимальные глубины которого несколько смещены к полуострову Челекен.

Сопоставление мощностей мезокайнозоя с глубинами поверхности консолидированной коры по данным ГСЗ-КМПВ показывает, что возраст ее поверхности в южной части Каспия мезозойский, а, возможно, даже верхнемезозойский. В целом же поверхность консолидированной коры, несомненно, имеет разновозрастный характер, что отмечалось для смежной Куринской впадины.

Литература

1. Алиханов Э. Н. Геология Каспийского моря. «ЭЛМ». Баку. 1978. 2. Гаджиев Р. М. Глубинное геологическое строение Азербайджана. «Азернешр», 1965. 3. Годин Ю. Н. Глубинное строение Туркмении по геофизическим данным. «Недра». М., 1969. 4. Дзабаев А. А. Основы поисков и изучения нефтегазоносных структур аэромагнитным методом (акватория Южного Каспия). Ашхабад, 1969. 5. Исмайлов К. А., Гасанов И. С. Сб. «Геофизическая разведка на Каспийском море». «Недра», 1966. 6. Одеков О. А. Орогенные структуры Каспийско-Копетдагского региона. «Ылым». Ашхабад, 1971. 7. Хаин В. Е. «Геология нефти», № 9, 1958. 8. Шихалибейли Э. Ш. XXI сессия МГК, доклады советских геологов, проблема 18. Изд. АН СССР. М., 1960. 9. Шихалибейли Э. Ш., Гасанов А. Г., Тагиев Р. Э., Метакса Х. П. Материалы совещания Международной программы по проекту «Глобальная корреляция эпох тектогенеза» (проект № 107 геологической корреляции). Изд. АН Азерб. ССР. Баку, 1979.

Научный центр геофизики . *Поступило 16. VI 1981*

Е. Ш. Шыхәлибәјли, А. Г. Һәсәнов, Р. Е. Тағыјев, Х. П. Метакса, А. М. Мурадханова

ЈЕНИ КӨСТӘРИЧИЛӘР ӘСАСЫНДА ЧӘНУБИ ХӘЗӘРИН МЕЗОЗОЈ ГУРУЛУШУНУН ЈАРАНМАСЫНЫН ӘСАС ХҮСУСИЈЈӘТЛӘРИ

Мәгаләдә чәнуби Хәзәр кеоложи-кеофизики көстәричиләринин комплекс анализи әсасында чөкәкликдә мезозој гурулушунун әсас хүсусијјәтләри ашкара чыхарылмышдыр. Бурада беш әсас зона ајрылмышдыр. Чөкәклијин мәркәзиндә шимал вә чәнубдан магматик мезозој зоналары илә әһатәләнмиш чәнуби Хәзәр јүксәклији јерләшир. Ахырынчылар чәнубдан Ләнкәран-Горағаи вә шималдан Абшерон-Прибалхан гырылмалары илә мәһдудлашырлар.

Чәнуби Хәзәрин Мезозој магматизми һәмчинин гәрбә доғру Азәрбајчан әразисиндә Күрчүстанда вә Гара дәниз чөкәклијиндә тәдгиг едилир.

Тәгдим олунмуш материал дәринлик гурулушунун дәрк едилмәси вә чәнуби-Хәзәр чөкәклијинин инкишаф тарихиндә мүәјјән әһәмијјәтә маликдир.

E. Sh. Shikhalibeily, A. G. Gasanov, R. E. Tagiyev, Kh. P. Metaksa, A. M. Muradhanova

MAIN CHARACTERISTICS OF THE BUILDING OF MESOZOY FORMATIONS OF THE SOUTH CASPIAN ACCORDING TO NEW DATA

On the basis of analysis of geology-geophysical data on the South Caspian, the main characteristics of building the mesozoy in deflection have been underlined. One can see five main zones. There is the South Caspian rising, which is in environment by zones magmatites of mesozoy from the north to the south. The last one is limited by zones of deflections from Lenkoran-Gorgansk deflection in the south and Apsheron-Pribalhansk in the north.

We can see mesozoy magmatism of Azerbaijan Caspian Sea up to the West in the limitations of Azerbaijan, Georgia and deflections of the Caspian Sea.

This report is of great importance for deep building and history of develop ment of the South Caspian deflection.

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД № 9 1982

УДК 582.35.9 [С 4]

СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

А. М. АСКЕРОВ

ДВА НОВЫХ ВИДА ПАПОРОТНИКА ДЛЯ ФЛОРЫ СССР С КАВКАЗА

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

В результате проведенного нами хорологического анализа птеридофлоры Кавказа выяснилось, что Колхида является восточной границей и убежищем для ряда европейских (особенно атлантических и западноевропейских) папоротников. Ввиду недостаточного гербарного материала из Европы, многие из них в разные годы были заново описаны нашими ботаниками или их статусы были установлены ими неточно. Из-за отсутствия свежего сбора как с Кавказа, так и из Европы они до последнего времени оставались неизученными.

В результате нашей поездки в Колхиду (1978—1981 гг.) был собран богатый гербарный материал и информация эколого-географического характера по этим видам. Одновременно, по ним были получены гербарные материалы из различных учреждений Европы. Все эти данные позволили нам в определенной степени изучить эти виды.

О двух таких критических видах папоротников Кавказа пойдет речь в настоящем сообщении.

1. Dryopteris remota (A. Br.) Druce, incl. D. kemularia Mikhel.— Aspidium remotum A. Br.

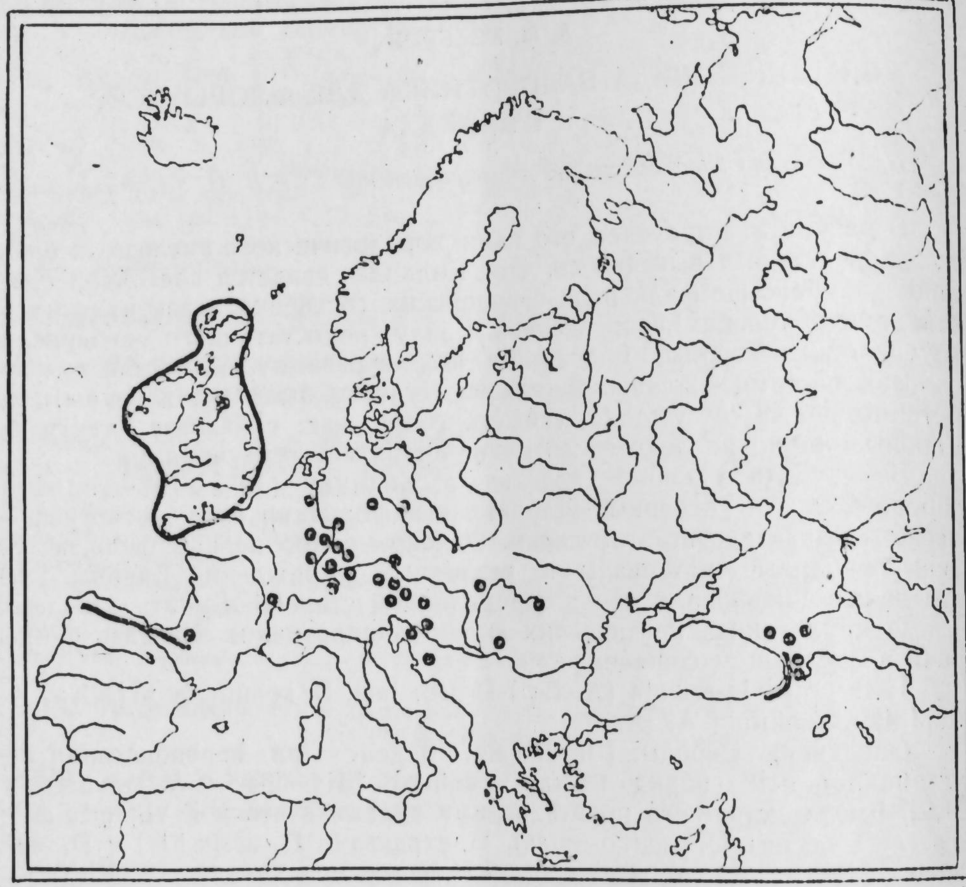
Описан из Европы: Швейцария, Баден. При первоописании он установлен как гибрид между Aspidium filix—mas и A. spinulosum [1,2]. Впоследствии его родительскими видами считали Dryopteris affinis (=D. borreri, D. pseudo—mas), D. expansa (=D. assimilis) и D. dilatata [3,4].

Однако наши наблюдения над живыми экземплярами D. remota в Аджарии и результаты обработки гербарных материалов показывают, что он не включает существенного морфологического признака D. affinis. D. remota является гибридогенным и значительно плодовитым видом между D. carthusiana и D. filix—mas, причем в нем преобладают признаки первого вида.

Ареал D. remota охватывает Центральную и Западную Европу и значительно протягивается к югу—Пиренеям, Аппенинам, и к северу—Скандинавскому полуострову [4,5]. Однако следует отметить, что в связи с путаницей его родительских видов разными авторами, следует уточнить его распространение в Европе.

В настоящее время D. remota известен только с Кавказа. В 1959 г. он был найден в Аджарии (окр. сел. Сарпи) и описан под названием D. kemularia Mikhel. [6]. Впоследствии нами установлено, что он идентичен с европейским видом D. remota [7,8].

Таким образом, по нашим данным D. remota является одним из европейских видов щитовников, восточная граница которого находится на Кавказе. Здесь он приурочен в основном к Колхидским подлескам и встречается в Аджарии, Абхазии, Верхней Имеретии и заходит и Сев. Осетию. Мы допускаем его распространение также в Талыше. По-видимому, D. remota иррадирует и в северо-восточную Турцию, поскольку он был собран в соседнем с Турцией с. Сарпи, хотя не приводится из этого региона [9, 10].



1 ~
2 ⊛ Распространение Dryopteris aemula (*1*) и D. remota (2).

Приводятся просмотренные гербарные экземпляры D. remota, а также некоторые образцы, встречаемые в литературе под названием D. kemularia [11]: Аджария: окр. г. Батуми, Хараханские высоты, 16. V 1913, Т. А. Роон: Кобулети, сфагновое болото, заросли Rhamnus frangula и Alnus barbata.

3. II 1955, А. П. Хохряков; Батумский ботанический сад, увлажненный берег лесного ручейка, 24. IX 1964, Л. Патарая; там же тенистое ущелье с густым подлеском рододендрона понтийского, 24. IX 1964, А. Дмитриева; ущелье реки Хекнара, 500 м над ур. моря в тени рододендронов, вблизи дороги, 13. VIII 1956, Л. Патарая и В. Мемпадзе.

10—11. VIII 1981 г. этот вид был собран нами еще в двух местах в Аджарии: 1. Зеленый мыс, около 50 м над ур. моря, по правому берегу Черной речки, в широколиственном лесу с преобладанием Laurocerasus officinalis, Carpinus caucasica, Castanea sativa, Rhododendron ponticum из кустарников встречаются: Hedera colchica, Ruscus hypophyllum, Rubus hyrtus, Ficus colchica, Cornus contraversa; в травяном покрове представлены Carex pendula, Chrisosplenium dubium и много папоротников (Athyrium filix—femina, Dryopteris affinis, D. alexeenkoana, D. dilatata, Polystichum woronowii, P. setiferum, Phyllitis scolopendrium, Polypodium vulgare, Matteuccia struthiopteris). 2. Окр. сел. Цихисдзири, около 30 м. над ур. моря по лесному склону, среди зарослей папоратников из Dryopteris affinis, Athyrium filix-femina и M. struthiopteris.

Абхазия: Цебельда, г. Айпанча, лиственный лес, 20. X 1927, О. Капеллер (TBI).

Верхняя Имеретия: Цабларисхевское ущелье, 1500 м над ур. моря, елово-пихтовый лес, 22. VIII 1839, А. Г. Долуханов (TBI).

Сев. Осетия: Терская обл., Владикавказ, ныне Орджоникидзе (TBI); там же, в лесу, 15. X 1998, Маркович (TGM).

2. D. aemula (Aiton) O. Kuntze Ssp. liliana (Golits.) A. Asker., comb. nov.—D. liliana Golits., 1938. Fedde Report. 31:338.

Щитовник Лили был описан С. В. Голицыным в 1938 г. из Аджарии [12], по материалам, собранным им же: Кобулетский р-н, сел. Цихисдзири, 21. XII 1928 (TBI). Чуть позже А. А. Гроссгейм [13], считая Щитовник Лили видом, промежуточным между Dryopteris dilatata и D. alexeenkoana писал: " ... возможно, что в дальнейшем, при накоплении достаточного материала, придется пересмотреть вопрос о видовой самостоятельности D. liliana и влить эту форму в систему варьирования D. alexeenkoana.". Видимо, учитывая неустойчивость мнения А. А. Гроссгейма в отношении Щ. Лили, Д. И. Сосновский [14] не привел его во „Флоре Грузии". В это же время С. В. Голицын [15] опубликовал интереснейшую работу „К вопросу о Dryopteris liliana Golits.", где подробно излагает свои позиции в отношении самостоятельности этого вида. Он совершенно справедливо писал: „вопреки предположению А. А. Гроссгейма, очевидно, никогда не наблюдавшего D. liliana в природе, сегменты ее не выпуклые, как у D. alexeenkoana, а вогнутые, благодаря чему, растения имеют оригинальный и изящный вид". В этой же работе он впервые указал генетическую связь D. liliana с атлантическим видом D. aemula. После этой публикации почти во всех кавказских ботанических работах [16—20] D. liliana признавался самостоятельным видом. Но, в 1974 г. английский птеридолог C. R. Fraser—Jenkins [21] вновь поднимает вопрос о видовом статусе Щ. Лили и считает его идентичным с D. aemula.

Таким образом, возникает необходимость выяснения систематического положения D. liliana во флоре Кавказа.

Для этой цели мы сравнительно изучали гербарные материалы по D. aemula, любезно присланные нам Fraser-Jenkins (Madaleana, Island of Pico, Azores, Portugal. Fr.-Jenk,, 22. VII 1979, n. 96), с типовым экземпляром D. liliana, хранящимся в Тбилиси (TBI). Кроме того, 10. VIII 1981 г. мы посетили классическое местонахождение D. liliana, он был найден нами в окр. сел. Цихисдзири на лесном склоне под пологом лавровишни и рододендрона понтийского.

Кроме приведенных местонахождений Щ. Лили известен еще из двух мест Аджарии: р. Леча, приток Королисцкали, в лесу, 8 XII 1938, М. Г. Попов, ТВІ; р. Королисцкали, гора Мтирала, в зарослях рододендрона понтийского, 8. XII 1938. Он же, ВАТ[1].

В результате критического изучения всех гербарных материалов, включая наши сборы, можно прийти к следующему заключению.

1. D. liliana отличается от D. alexeenkoana, D. dilatata по морфологии перьев, т. к. у D. liliana они вогнутые, благодаря чему растение имеет своеобразный вид, а у двух остальных видов перья выпуклые.

2. D. liliana связан именно с атлантическим видом D. aemula, как это впервые было указано С. В. Голицыным [15].

3. Нельзя согласиться с английским птеридологом C. R. Fraser-Jenkins [21], утверждавшим совершенную идентичность D. liliana и D. aemula, т. к. они отличаются еще по некоторым морфологическим (форма листовой пластинки, рахиса, чешуе и опущению), анатомическим (число проводящих пучков соответственно 5 и 3), биохимическим (наличие у D. aemula запаха кумарина, отсутствие его у D. liliana) признакам и по хорологии. Поэтому D. liliana мы принимаем в качестве подвида D. aemula.

4. По современным представлениям, D. aemula является атлантически-колхидским видом, иррадирующим также в северо-восток Турции [21], являющимся убежищем для ряда атлантических видов.

5. D. aemula вычленился, по-видимому, из D. dilatata, быть может, еще в третичный период, в обстановке сравнительно влажных прибрежий Атлантики. Примерно в миоцене (возможно, в сармате) получил возможность мигрировать на восток, вплоть до Колхиды. Последовавшее в постплиоцене ухудшение климата обусловило колоссальный разрыв в ареале D. aemula. Помимо этого, можно предположить, что он как потенциальный диплоид, был предком тетраплоидных видов „игольчатых папоротников".

Литература

1. Braun A. Betrachtungen üb. d. Erscheinung d. Verjungung in d. Natur, S. 329, 1850. 2. Luerssen Ch. In: L. Rabenhorst, Kryptogamen-Flora (Pteridophyta): 394—403, Leipzig, 1889. 3. Manton I. Problems of cytology and evolution in the Pteridophyta, Cambridge, 1950. 4. Jalas J., Suominen I. Atlas Florae Europaeae. Pteridophyta. Helsinki, 1972. 5. Dopp N. Planta, 29, 522, 1939. 6. Микеладзе И.А. Зам. сист. геогр. раст., вып. 23: 56. Тбилиси, 1963. 7. Аскеров А.М. „ДАН Азерб. ССР", № 8, 49—54, 1977. 8. Аскеров А. И. „Изв. АН Азерб. ССР. серия биол. наук", № 4, 3—7, 1978. 9. Henderson D. M. Filicales in Davis P. H. (ed.) Flora of Turkey 1:38—63. Edinburgh, 1962. 10. Demiriz H. Rev. Fac. Sci. Univ. Istanbul Ser. B. t. 34, fas. 3—4, 137—181, 1969. 11. Патарая Л. М., Мемиадзе В. М. Изв. Батумского бот. сада", № 20, 56—58, 1974. 12. Голицын С. В. Fedde Repert. 31, 21—25, 388, 1938. 13. Гроссгейм А. А. Флора Кавказа. Изд. 2-е, т. 1. Баку, 1939. 14. Сосновский Д. И. Флора Грузии. Изд. I, т. 1. АН Груз. ССР. Тбилиси, 1941. 15. Голицын С. В. Зам. сист. геогр. раст. вып. 10, 38—40. Тбилиси, 1941. 16. Гроссгейм А. А. Определитель растений Кавказа, „Сов. наука", М., 1949. 17. Дмитриева А. А. Определитель растений Аджарии. АН Груз. ССР. Тбилиси, 1960. 18. Колаковский А. А. Растительный мир Колхиды, МГУ. 1961. 19. Долуханов А. Г. Папоротники. В кн. Определитель растений Грузии. т. I. „Мецниереба," Тбилиси, 1964. 20. Флора Грузии, т. 1. „Мецниереба". Тбилиси, 1971. 21. Fraser-Jenkins C. R. Fern. Gazet., 11, 1:54, 1974.

Институт ботаники

Поступило 21. X 1981

[1] Гербар Батумского ботанического сада.

А. М. Эскәров

ГАФГАЗДАН ТАПЫЛМЫШ ССРИ ФЛОРАСЫ ҮЧҮН ЈЕНИ ОЛАН ИКИ НӨВ ГЫЖЫ ҺАГГЫНДА

1938 вә 1959-чу илләрдә Гафгаз флорасындан (Ачарија МССР) елм үчүн јени олан ики гыжы нөвү тәсвир олунмушдур: Dryopteris kemularia Mikhel вә D. liliana Golytz.

Сон илләрдә Ачаријадан топланмыш материалларын, еләчә дә ССРИ-нин һербариләриндә олан гыжыларын Гәрби Авропа өлкәләриндән алдығымыз һербари материаллары илә мүгајисәли өјрәнилмәси нәтичәсиндә ајдынлашдырылмышдыр ки, биринчи нөв Авропада кениш јајылан вә 1850-чи илдә А. Браун тәрәфиндән тәсвир едилмиш Dryopteris remota (A. Br.) Druce нөвү илә ејнидир, одур ки, о бу нөвүн синоними һесаб едилмәлидир. D. liliana Golits. гыжысынын исә Атлантик адаларында јајылан вә 1891-ли илдә О. Кунтзе тәрәфиндән арашдырылмыш Dryopteris aemula (Alt.). Kuntze илә флорокенетик әлагәси вә охшарлығы ашкар олунмушдур. О ахырынчы нөвүн јарымнөвү кими гәбул едилмәлидир: D. aemula Ssp. liliana (Golits.) A. Asker., comb. nov.

Беләликлә, ики нөв гыжынын тимсалында Гәрби Авропа вә Колхида птеридофлоралары арасында флорокенетик әлагә олмасы мүәјјән едилмишдир.

Мәгаләдә һәр ики таксонун Авропада вә Гафгазда өјрәнилмә тарихи, јајылмасы, бә'зи морфоложи сәчијјәси, тетгиг едилмиш һербари нүмунәләринин сијаһыси вә һәр ики нөвүн үмуми јајылмасыны көстәрән хәритә верилмишдир.

A. M. Askerov

TWO NEW FERN SPECIES FOR FLORA OF THE USSR FROM THE CAUCASUS

As a result of comparative study of our herbarium materials collected in Kolkhida during 1978—81 and those kept in herbaria of the Soviet Union with the species obtained from different offices of Europe, it is recognized that Dryopteris kemularia Mikhel. described in Adjaria in 1959 is identical to European species D. remota (A. Br.) Druce. Besides that, Dryopteris liliana Golytz. also described in Adjaria by S. V. Golytzin was brought down to subspecies rank of Atlantic D. aemula (Alton) O. Kuntze.

In the present article the history of their study both in the Caucasus and in Europe is reviewed. Their range and all observed herbarium specimens including our new collection with indication to places of their storage are given. The map of both taxons range is applied.

АЗӘРБАЈҸАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ҸИЛД № 9 1982

НУМИЗМАТИКА

М. А. СЕЙФЕДДИНИ, А. Б. НУРИЕВ, А. Г. ФАЗИЛИ

НОВЫЙ САСАНИДСКИЙ КЛАД ИЗ СЕЛА БАГЫРЛЫ ШЕМАХИНСКОГО РАЙОНА

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

В 1975 г. археологическая экспедиция под руководством А. Б. Нуриева в Шемахинском районе с Багырлы в местности «Шаргах» произвела археологические раскопки в трех квадратах. В первом квадрате—длина 2 м 30 см было обнаружено кувшинное погребение № 2. Среди археологических предметов в ряде склепов был обнаружен клад сасанидских монет—драхм и медных монет. Всего 133 монеты в маленьком кувшине. После очистки монет оказалось 4 драхмы Валакса (484—488 г. г.), 50 монет Кубада I (484, 488—497, 499—533 г. г.), 15 монет Перуза (457—459—484) и 64 монеты Хосрова I (531—579 г. г.). После взвешивания определено, что 3,82 г. максимальный вес; 2,97 г.—минимальный. В табл. 1, 2, 3 дается описание и характеристика некоторых, наиболее хорошо сохранившихся монет данного клада.

Почерки на монетах Сасанидов. Иб Надим в книге «Аль-Фахруст» [1] сообщает, что в государстве Сасанидов существовал алфавит семи видов. Один из них назывался «кестедж» или «куште дебире». По рассказу автора, в «кестедже» 28 букв. Все государственные торговые договоры, фирман для сдачи «тиюла», а также государственная печать правителей Сасанидов и чеканка динаров и драхмы издавались и чеканились алфавитом «кестедж» [2].

Этот алфавит является самым древним. Поэтому развитие алфавита «кестедж» можно разделить на 3 этапа.

I. Алфавит «кестедж» в период Ахаменидов. В период Ахаменидов одновременно основным почерком является «михи», встречается и «кестедж» [3]. Монеты Бугдада I (III в. до н. э.) и монеты Дара II (I в. до н. э.), а также печати ахаменидского периода чеканились на алфавите «кестедж».

II. «Кестедж» парфянского периода. Монеты парфянского царя Валама I (51—77 до н. э), Валама II (77—146 н. э.), Метердада IV (130—146 н. э), Валама III (147—191 н. э.) и Валама IV (191—207 н. э.) чеканились «кестеджем» [4].

В области Иранского Курдистана, в городе Ураман, найдены каменные надписи, высеченные алфавитом «кестедж» парфянского периода [5].

III. «Кестедж» в период Сасанидов. Монеты, чеканенные от имени Сасанидского шахиншаха, государственная печать чеканились «кестеджем» [6].

Герцфельд издал эпиграфические надписи сасанидских царей Шапура II и Шапура III, высеченные кестеджом Керман шаха в Таг-и-Бостан [7].

[illegible]	[illegible]	ДАТА ЧЕКАНА	МЕСТО ЧЕКАНА			[illegible]	ВЕС ГР	d ММ	ОБЛАСТЬ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	ПЕРОЗ	459-484	BLH		БАЛХ	ДРАХМА	2,59	27	ХОРАСАН
4	//	//	NAH		НАХИЧЕВАНЬ	ДРАХМА	3 50	28	АЗЕРБАЙДЖАН
6	//	//	NAH		//	//	3.34	28	//
10	//	//	ST		СТАХР	//	3.30	26-27	ФАРС
11	//	//	//		//	//	2.79	25-27	//
12	//	//	SIZAJTAN		СИДЖИСТАН	//	2 89	27-28	СИСТАН
14	ВАЛАКС	484-488	ATPA		АТРАПАТЕН	//	3.53	27	АЗЕРБАЙДЖАН
15	КВАД	488-497	ATPA		//	//	3.07	28	//
16	//	//	//		//	//	3 80	27	//
17	//	//	MRW		МАРВ	//	3 56	27	ХОРАСАН
18	//	//	//		//	//	3 56	27	//
19	//	//	BJKA		БАСРА	//	3 41	27	ДЖИБАЛ
20	//	//	Shi		ШИРАДЖАН	//	3 70	28	КИРМАН
21	//	//	ZR		ЗАРАНДЖ	//	3 34	28	СИСТАН
22	//	//	AIR		СУС	//	2.78	27	ФАРС
23	//	//	MR		МАРВ	//	3 60	30	ХОРАСАН
24	//	//	ATR		АТРАПАТЕН	//	3 20	26-29	АЗЕРБАЙДЖАН
25	//	//	MA		МАРВ	//	2.92	29	ХОРАСАН
29	//	//	BRIO		БИРАМКУБАД	//	3 56	29	ИРАК
31	//	//	BJR		БАСРА	//	3 00	27-29	ДЖИБАЛ
34	//	//	AIRA		СУС	//	3 75	27	ФАРС
36	//	//	KVAT		ФИРУЗ КВАД	//	3.30	26	АРРАН
37	//	//	ATRA		АТРАПАТЕН	//	3 61	27	АЗЕРБАЙДЖАН
38	//	//	—			//	3 00	27	
42	//	//	AIR		СУС	//	3 64	29	ФАРС

Таблица

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
43	//	//	DARAV	[illegible]	ДАРБИШРД	//	3.60	27	ФАРС
44	//	//	AIR	[illegible]	СУС	//	3.80	28-29	//
47	//	//	MA	[illegible]	МАРВ	//	3.68	29	ХОРАСАН
48	//	//	ZANR	[illegible]	ЗАНКАН	//	3.29	27	АЗЕРБАЙДЖАН
49	//	//	AIR	[illegible]	СУС	//	3.59	29	ФАРС
50	КВАД	488-497	AIR	[illegible]	СУС	ДРАХМА	3.50	28	ФАРС
52	//	//	BLH	[illegible]	БАЛХ	ДРАХМА	3.49	27	ХОРАСАН
53	ХОСРОВ I	531-579	PSHT	[illegible]	ДАШТ. МИШАН	//	3.40	27	ИРАК
54	//	//	NH	[illegible]	НАХАВАНД	//	3.66	27	ДЖИБАЛ
55	//	//	RD	[illegible]	РЕЙ	//	3.65	27-28	//
56	//	//	RD	[illegible]	РЕЙ	//	3.05	27-28	//
57	//	//	APR	[illegible]	АБРАШАХР	//	3.95	28	ХОРАСАН
58	//	//	NAH	[illegible]	НАХИЧЕВАНЬ	//	3.89	30-31	АЗЕРБАЙДЖАН
59	//	//	AIR	[illegible]	СУС	//	3.00	27	ФАРС
60	//	//	AHM	[illegible]	ХАМАДАН	//	3.10	27	ДЖИБАЛ
61	//	//	AIR	[illegible]	СУС	//	3.70	28-30	ФАРС
64	//	//	NAH	[illegible]	НАХИЧЕВАНЬ	//	3.78	30-31	АЗЕРБАЙДЖАН
66	//	//	NHR	[illegible]	НАХР-ТИР	БРОНЗ	3.79	30	ХУЗИСТАН
67	//	//	BLH	[illegible]	БАЛХ	//	3.79	27-28	ХОРАСАН
68	//	//	AIRA	[illegible]	СУС	//	3.85	31	ФАРС
69	//	//	DA	[illegible]	ДАРАБЖИРД	ДРАХМА	3.29	29	ФАРС
71	//	//	ZR	[illegible]	ЗАРАНДЖ	БРОНЗ	3.69	28-30	СИСТАН
72	//	//	MR	[illegible]	МАРВ	ДРАХМА	3.09	29	ХОРАСАН
73	//	//	NAH	[illegible]	НАХИЧЕВАНЬ	БРОНЗ	3.93	26-27	АЗЕРБАЙДЖАН
74	//	//	DA	[illegible]	ДАРАБЖИРД	ДРАХМА	3.67	26	ФАРС
77	//	//	ZR	[illegible]	ЗАРАНДЖ	//	3.50	26-27	СИСТАН
78	//	//	AIR	[illegible]	СУС	//	3.69	28-29	ФАРС

Прод. таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
79	//	//	[illegible]	[illegible]	РЕЙ	//	3.30	30	ДЖИБАЛ
80	//	//	[illegible]	[illegible]	НАХАВАНД	[illegible]	3.69	30-32	ДЖИБАЛ
81	//	//	[illegible]	[illegible]	СУС	[illegible]	3.59	29-31	ФАРС
82	//	[illegible]	[illegible]	[illegible]	ДАРАБЖИРД	//	3.10	28	//
83	//	[illegible]	[illegible]	[illegible]	БИХКОБАД	//	3.69	28	ИРАК
84	ХОСРО[illegible]	[illegible]-579	[illegible]	[illegible]	НАХАВАНД	ДРАХМА	3.89	29-28	ДЖИБАЛ
85	//	//	BIR	[illegible]	БИРАМКОБАД	БРОНЗ	3.79	29-28	ИРАК
87	//	//	AIR	[illegible]	СУС	ДРАХМА	3.49	29	ФАРС
88	//	//	AIR	[illegible]	СУС	//	3.29	28	//
89	//	//	ZR	[illegible]	ЗАРАНДЖ	//	3.59	27-30	СИСТАН
91	//	//	AIRA	[illegible]	СУС	//	3.50	27	ФАРС
92	//	//	?	[illegible]	?	//	3.60	27-28	–
93	//	//	AIR	[illegible]	СУС	//	3.93	28-29	ФАРС
94	//	//	NAH	[illegible]	НАХИЧЕВАНЬ	//	3.73	28-29	АЗЕРБАЙДЖАН
95	//	//	APR	[illegible]	АБРАШАХР	//	3.93	29	ХОРАСАН
97	//	//	NH	[illegible]	НАХАВАНД	//	3.79	27-28	ДЖИБАЛ
99	//	//	AIRA	[illegible]	СУС	//	3.98	30	ФАРС
100	//	//	ZR	[illegible]	ЗАРАНДЖ	//	3.16	28	СИСТАН
102	//	//	ST	[illegible]	СТАХР	//	3.96	28-29	ФАРС
104	//	//	NH	[illegible]	НАХАВАНД	//	3.03	27-28	ДЖИБАЛ
105	//	//	NNJA	[illegible]	ГАНДЖА	ДРАХМА	3.83	28-29	АРРАН
106	//	//	RD	[illegible]	РЕЙ	//	3.72	28-29	ДЖИБАЛ
107	//	//	ST	[illegible]	СТАХР	//	3.89	28	ФАРС
110	//	//	MR	[illegible]	МАРВ	//	3.70	25-27	ХОРАСАН
112	//	//	ATRA	[illegible]	АТРАПАТЕН	//	3.64	26-27	АЗЕРБАЙДЖАН
113	//	//	MR	[illegible]	МАРВ	//	3.07	27	ХОРАСАН
122	//	//	NRA	[illegible]	ХЕРАТ	//	2.97	28	ХОРАСАН

Окон. таблицы

Сасанидские монеты чеканились из золота—динар, серебра—
драхма и медный номинал ок. 16 г. медная тетрадрахма. Основную
массу составляют серебряные драхмы двух весовых стандартов: ран-
него (монеты Папака, Шапура и монеты Арташира I наиболее ранних
типов), равного серебряному стандарту монет Парса, несколько более
позднего (монеты Арташира I поздних и всех последующих сасанид-
ских царей), приравненного к так называемой античной драхме. Пе-
реход при Арташире I на биметаллическую систему (введение в обра-
щение золотых динаров) вызывал несколько частных реформ веса
драхмы [8].

Вес золотых сасанидских динаров в III—IV вв. был приравнен к
весу римского ауреуса. В дальнейшем он был сильно снижен. Бронзо-
вые сасанидские не имели устойчивого веса. Для раннесасанидской
нумизматики характерна так называемая медная тетрадрахма (моне-
та крупного медного номинала весом около 16 г.). Монеты из так на-
зываемого потина (бронза с примесью свинца). В течение III—IV вв.
существовали следующие фракции драхмы: 1/2 и 1/6. Последняя на-
зывалась «данак» весом 0,6 г. Драхма равна 0,6×8=4,8 г.

Для сасанидских монет характерны стабильные изображения на
лицевой и оборотной сторонах. На лицевой стороне изображался по-
грудный портрет шахиншаха вправо; обращенная влево голова явля-
ется изображением царя вассального, но имеющего право чеканить
свою монету; обращенная вправо характеризует его независимость.
Иногда на лицевой стороне изображался Шахиншах и наследник пре-
стола или тройной портрет (характерен только для монет Варахрана
II) Шахиншах, его жена и наследник престола [8]. В круговой леген-
де чеканились, как правило, имя и официальный титул Шахиншаха. На
об. ст. со времен царствования Шапура I (241—272) и до конца эпохи
Сасанидов, изображался аташдан (алтарь огня): колонна с базой и
капителью в виде нескольких прямоугольных плит и языками пламени
над капителью. По сторонам аташдана изображались фигуры Шахин-
шаха и различных божеств (Ахура Мазды, Митры, Анахиты). Сцена,
изображавшаяся на об. стороне, представляла собой происходящую в
коронационном храме божественную инвеституру верховными божест-
вами зороастризма царей на власть в Иране, помимо формулы леген-
ды об. ст., дающей название храма [9].

Фигуры царя и различных божеств ясно распознаются на об. ст.
всех сасанидских монет, вплоть до правления Хормизда II (303—309),
композиция не изменяется, но в пламени алтаря появляется изобра-
жение головы божества. Те же изображения характерны для об. ст.
монет Арташира II (379—383), Шапура III (383—388) и Валакса
(484—488).

Итак, для всех сасанидских монет в пределах одного царствова-
ния характерна стабильность основных компонентов, составляющих
л. ст. (корона, другие инсигнии власти, легенда) и об. ст. (аташдан,
фигуры божеств и царя, легенда). На раннесасанидских монетах, как
правило, не обозначались марки монетных дворов. Они эпизодически
появляются, начиная с правления Варахрана II (276—293), но стано-
вятся обязательными лишь с V в.

Таким образом, из указанных данных видно следующее:

1. На раннесасанидских монетах, как правило, марки монетных
дворов эпизодически появляются, начиная с правления Варахрана II,
но становятся обязательными лишь с V в.

2. Из состава клада видно, что монеты, чеканенные на монетных
дворах Азербайджана, в денежном обращении были равны покупа-
тельной способности продукции других монетных дворов сасанидского
периода, т. к. продукция монетных дворов Азербайджана обращалась
в торговых отношениях с другими монетами подвластными территори-
ям Сасанидов.

3. В нумизматической литературе было отмечено, что монеты эпо-
хи Сасанидов чеканились на алфавите «пехлеви». Таким образом мы
видим, что в государстве Сасанидов существовал алфавит семи видов.
Один из них «кестедж», на котором печатались все государственные и
тельной способности продукции других монетных дворов сасанидского
алфавите «кестедж».

Литература

1. Ибн ан-Надим ал-фухруст, стр. 13, Лейпциг, 1871; Хамзат бен Хасан Исфахани ат-Тамбих ала Худус ал-Тасхиф. 2. Мухаммед Садиг Кия, Кушта дабира, стр. 5. Тегеран, 1314 г. х. 3. Садиг Кия, там же. 4. Wroth W. Catalogue of the Coins of Partia. См. С. Кия, стр. 15. 5. Herzfeld. Paikuli I, p. 83, см. С. Кия, стр. 17. 6. Popa. A surv. of Pers. art, IV, pl. 253; Herzfeld. Paikuli art, VIII, pl. 140. 7. Paruck F. D. J. Sassanian Coin, numismatic pahlavi alphabet, p. 1, 24—27; Herzfeld. Paikuli art, VIII, Inx I. Figs. 40--41, Inx II, pl. 94. 8. Луконин В. Г. Культура сасанидского Ирана, стр. 154, 1969. 9. Луконин В. Г. Ук. раб., стр. 227, табл. VII, 1969.

Институт истории

Поступило 20. V 1981

М. Ә. Сејфәддини, А. В. Нуријев, А. Һ. Фазили

ШАМАХЫ РАЈОНУ БАҒЫРЛЫ КӘНДИНДӘН ТАПЫЛМЫШ САСАНИ ДӘФИНӘСИ

1975-чи илдә Шамахы рајону Бағырлы кәндинин әразисиндә «Шәркаһ» адланан јердә археоложи газынты нәтичәсиндә 133 әдәд драхма вә мис сиккәләриндән ибарәт Сасани дәфинәси тапылмышдыр. Сиккәләр тәмизләндикдән сонра онларын 4 әдәди Валаксын, 50 әдәди I Губадын, 15 әдәди Фирузун вә 64 әдәдинин исә I Хосров Әнуширәванын адындан зәрб едилмәси мүәјјәнләшдирилмишдир. Сиккәләрин максимум чәкиси 3,82, минимум чәкиси 2,97 грама бәрабәрдир.

M. A. Seifeddini, A. B. Nuriev, A. H. Fazili

NEW SASSANIAN TREASURE FROM THE VILLAGE OF BAGIRLI OF SHEMAKHA DISTRICT

In 1975 the treasure of Sassanian coins was revealed by the archaeological excavations: drachms and copper coins in a little jug with 133 coins. After cleaning of the coins it turned out that 4 drachms were coins of Valax, 50 coins—of Kubad I, 15 coins—of Peruz and 64 coins—of Khosrov I Anushirvan.

It is defined that maximum weight is about 3.82 g, minimum is 2.97 g.

The description and the characteristic of some more well preserved coins of that treasure are given in the tables I, II, III. The e is the main relief minted on these coins in the table I, IV.

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД № 9 1982

РИЈАЗИ ДИЛЧИЛИК

Н. М. РӘШИДОВ, Ә. Ш. ТАҺИРЗАДӘ, Ч. Ә. РӘҺМАНОВ

МӘ'ЛУМАТ НӘЗӘРИЈЈӘСИНИН АЗӘРБАЈЧАН ӘЛИФБАСЫНА ТӘТБИГИ («КИТАБИ-ДӘДӘ ГОРГУД»УН МАТЕРИАЛЛАРЫ ӘСАСЫНДА)

(Азәрбајчан ССР ЕА академики М. Ш. Ширәлијев тәгдим етмишдир)

Дилин кәмијјәт хассәләринин өјрәнилмәсиндә ријази үсулларын ролу бөјүкдүр. Онун арашдырылмасында бу үсуллар артыг кениш тәтбиг едилир. Дилчиликлә ријазијјатын говушмасы јени бир елми истигамәти-ријази дилчилији јаратмышдыр. Ријази дилчилик бир елм кими формалашмышдыр вә онун проблемләри илә мәшғул олан чохлу елми мәркәзләр, лабораторијалар, бөлмәләр фәалијјәт көстәрир. Азәрбајчанда бу саһә илә мәшғул олан груп Азәрбајчан ССР ЕА Нәсими адына Дилчилик Институтунун мүасир Азәрбајчан дили шө'бәсиндә јарадылмышдыр. Һәмин груп дилимизин тезлик вә экс лүғәтләрини һазырламышдыр. Инди бурада автоматик тәрчүмә проблеми үзәриндә иш кедир.

Ријази дилчиликдә ријазијјатын даһа чох истифадә едилән саһәси еһтимал нәзәријјәси вә ријази статистикадыр. Бу ики голун тәтбиги дилдә данышмаг үчүн лазым кәлән сөзләрин минимал сајынын, мәтндә ән чох ишләнән сөзләрин, һәрфләрин, морфемләрин, фонемләрин тапылмасы вә с. һаггында бир сыра мүһүм нәтичәләр әлдә етмәјә имкан верир.

Һәрфләрин статистикасынын өјрәнилмәси дил арашдырмаларында, мәтбәә ишләриндә, автоматик тәрчүмә вә ахтарыш системләриндә чох вачибдир.

Әрәб әлифбасында јазылмыш гәдим јазылы абидәләрин алимләр тәрәфиндән мүхтәлиф чүр охунмасы вә транслитерасијасы, бу әсәрләрин бә'зиләринин тәнгиди мәтнинин јохлуғу, онларын әлјазма шәклиндә чохлу нүсхә фәргләринин мөвчудлуғу јанлышлыглара кәтириб чыхармышдыр. Һәмин јанлышлыглары арадан галдырмаг үчүн абидәләрә ријази дилчилијин сон нәтичәләрини тәтбиг етмәк чох кәрәклидир. Елә бу мәгсәдлә дә Азәрбајчан әдәбијјатынын гәдим јазылы абидәси «Китаби-Дәдә-Горгуд»да (Һәмид Араслынын нәшри, 1962-чи ил) һәрфләрин статистикасыны өјрәнмәјә чалышмышыг.

Мә'луматын тә'јини вә ваһиди. Мә'лумат алынмыш билик, јахуд дәлил һаггында хәбәрдир; өјрәнмә вә ја мүшаһидә јолу илә әлдә едилмиш јениликләр, фактлар, сүбутлардыр.

Мә'лумат адәтән *J* һәрфи илә ишарә едилир вә кәмијјәтчә термодинамикада тә'јин олунан физики ентропија илә сых бағлыдыр. Она көрә дә мә'луматы кәмијјәтчә ифадә етмәк үчүн мүәјјән елементин (биздә: ишарәнин) расткәлмә еһтималыны *(P)* билмәк кифајәтдир. Тутаг ки, *j*-чи һәрфин ($j=1,2,3...$ еһтималы Pj-дир. Бу заман һәр һәрфә дүшән орта мә'лумат Шеннон дүстуруна ујғун белә һесабланыр:

$$J = -K\sum_{i=1}^{n} p_i \lg p_i \qquad (1)$$

Бурада *n* сонлу сајда елементин (ишарәнин) сајыдыр. Мә'луматы икилик ваһидлә (битлә) көстәрмәк тәләб олунса, онда $K=3{,}32$ олур.

Әкәр логарифм әсасыны 2 гәбул етсәк, онда $K=1$ олур вә (1) дүстуру бу һала дүшүр вә мә'лумат јенә дә битлә өлчүлүр:

$$J = -\log_2 p. \qquad (1a)$$

Мә'луматын әлифбаја мүнасибәти. Истифадә етдијимиз мә'луматын хејли һиссәси дил васитәсилә верилир. Шифаһи нитгдә ән садә ишарәләр («символ» әвәзинә «ишарә» ишләдәчәјик) фонемләр сајылыр, јазылы нитгдә исә бу ишарәләр һәрфләрдир. Јазылы чүмләни нәзәрдән кечирәк вә бу чүмләдәки мә'луматын мигдарыны һесабламаға чалышаг. К. Шеннон вә башгалары тәрәфиндән тәдгиг олунмуш бу мүрәккәб мәсәләнин чох бөјүк тәчрүби әһәмијјәти вардыр. Биз мәсәләнин анчаг статистик тәрәфинә бахырыг; чүмләнин нә дәрәчәдә гијмәтли олдуғуну исә мә'лумат нәзәријјәсинин көмәји илә тә'јин едә билмирик.

Үмумијјәтлә, мә'лумат нәзәријјәсинин әлифбаја тәтбиги үзрә бир сыра ишләр көрүлмүшдүр. Мүасир Азәрбајчан дилинә аид бә'зи мәтнләри А. А. Ахундов «Азәрбајчан дилинин фонемләр системи» әсәриндә статистик тәһлил етмишдир.

Јухарыда көстәрдијимиз кими, һәрфләрә чүмләнин гурулушуну тәшкил едән ишарәләр кими баха биләрик. Мәсәлән, инкилис әлифбасы 27 ишарәдән — 26 һәрф, үстәкәл сөзләр арасындакы арадан (␣) ибарәтдир. Әкәр бу 27 ишарә априор ејни еһтималлыдырса, онда дејә биләрик ки, *N* һәрфдән ибарәт олан чүмләдәки мә'лумат икилик ваһидлә (1 а) дүстуру илә

$$J_N = N\log_2 27$$

олар вә јахуд һәр һәрфә

$$\bar{J}_0 = \log_2 27 = 4{,}76$$

бит дүшәр.

«Дәдә Горгуд» мәтнләри исә 32 ишарәдән—31 һәрф (ж раст кәлинмәдији үчүн ону нәзәрә алмырыг), үстәкәл сөзләрин арасындан ибарәтдир. Әкәр бу 32 ишарәни априор ејни еһтималлы гәбул етсәк, онда *N* һәрфдән ибарәт чүмләдә икилик ваһидлә (битлә)

$$J_N = N\log_2 32$$

гәдәр мә'лумат олар, јахуд һәр ишарәјә орта һесабла

$$J_0 = \log_2 32 = 5$$

бит мә'лумат дүшәр. Бу јолла алынмыш чавабы доғру сајмаг олмаз. Чүнки истәнилән дилдә вә сечилмиш мәтндә ишарәләр мүхтәлиф еһтималла мејдана чыхыр. Елә бу дәлили нәзәрә алараг, «Дәдә-Горгуд»дан һәчми 23.000 ишарәдән ибарәт мәтн вә контекстләр (мәтнин мә'нача биткин һиссәси) кәтүрүлмүшдүр. Һесаблама заманы мәтндәки ајры-ајры ишарәләрин сајы тапылмыш, сонра исә бу алынмыш әдәдләр онларын там сајына бөлүнмүшдүр. Беләликлә, ишарәләрин расткәлмә еһтималы мүәјјән едилмишдир. (Чәдвәл.).

Чәдвәлдән көрүндүјү кими, ишарәләр ејни априор еһтималлы дејилдир. Белә һал үчүн орта һесабла бир ишарәјә дүшән мә'лумат (1) дүстуру илә тә'јин олунур. Бу дүстура әсасән инкилис әлифбасында һәр һәрфә дүшән орта мә'лумат $J=4{,}03$ битдир. «Дәдә-Горгуд» мәтнләринә һәмин дүстуру тәтбиг едиб, чәдвәлдәки нәтичәләрдән истифадә етсәк, бир ишарәјә дүшән орта мә'лумат $J=3{,}34$ бит олар.

Тәбии дилин сөзләриндә ишарәләр арасында мүәјјән бағлылыг олур ки, бу да сечмәјә әлавә мәһдудијјәт гојур. Истәнилән әлавә шәрт, мәһдудијјәт исә ентропијанын азалмасына кәтириб чыхарыр. Тә'јин етдијимиз һәр һәрфә дүшән мә'луматын орта гијмәти јухары сәрһәддир.

Чәдвәл

„Дәдә-Горгуд" дилиндә ишарәләрин растқәлмә P еһтималы вә—$\log_{10}$ P-нин гијмәти

Ишарә	P еһтималы	P.100	$-\log_{10} P$
ара	0,1476	14,76	0,8309
А	0,1088	10,88	0,9633
Н	0,07017	7,017	1,1547
Ә	0,056184	5,618	1,2504
И	0,05456	5,456	1,2635
Д	0,052543	5,254	1.2797
Р	0,052188	5,218	1,2826
Л	0,0488103	4,881	1,3115
Ы	0,0413609	4,136	1,3836
Ј	0,0324112	3,241	1,4893
У	0,02750	2,750	1,5606
С	0,02644	2,644	1,5777
Б	0,0289	2,289	1,6403
М	0,022644	2,264	1,6451
Г	0,022236	2,223	1,6552
О	0,02114	2,114	1,6749
Ү	0,01500	1,500	1,824
Х	0,01482	1,482	1,8292
Т	0,014473	1,447	1,8395
З	0,013811	1,381	1,8598
Ғ	0,012236	1,223	1,9124
К	0,0122	1,22	1,913
Ш	0,010087	1.008	1,9963
К,Ө	0,01	1	2,00
Е	0,008602	0,86	2,056
Ҹ	0,0081578	0,815	1,0885
Ч	0,006886	0,688	2,162
В	0,00557	0,557	2,2541
П	0,0030264	0,302	2,5191
Һ	0,0028903	0,2809	2,5391
Ф	0,002236	0,223	2,6505

Ишарәләрин үзәринә гојулан мүхтәлиф мәһдудијјәтләр артдыгча онларын һәр биринә дүшән орта мә'лумат азалыр вә тәгрибән 1÷ 2 бит тәртибиндә олур. Чәдвәлдән көрүнүр ки, XIII јүзиллик Азәрбајҹан дилиндә ара (⎵), А, Н, Ә, И, Д, Р, Л, Ы ән чох ишләнән ишарәләрдәндир.

Н. М. Рашидов, А. Ш. Тагирзаде, Дж. А. Рахманов

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ К АЗЕРБАЙДЖАНСКОМУ АЛФАВИТУ (НА МАТЕРИАЛЕ «КИТАБИ-ДЕДЕ КОРКУТ»)

Используя тексты из книги «Китаби-Деде Коркут» (издание Г. Араслы, 1962 г.) объемом 23 000 символов, найдена вероятность появления их в языке памятника. Установлено, что с наиболее высокой вероятностью появляются следующие символы: промежуток между словами (⎵), А, Н, Ә, И, Д, Р, Л, Ы. Средняя информация на один символ равна 3,34 бит.

N. M. Rashidov, A. Sh. Tahirzade, Dj. A. Rahmanov

APPLICATION OF THE INFORMATION THEORY TO THE AZERBAIJAN ALPHABET (BASED ON THE MATERIAL OF „KITABI DEDE KORKUT")

Analysing a 23,000 symbols-long specimen from the „Kitabi Dede Korkut" (edited by H. Arasly, 1962) the probability of their appearance in the language of monument has been found. It is established that the probability of appearance of the symbols: interval between words (—), А, Н, Ә, И, Д, Р, Л and Ы—is the highest. The average information per symbol is equal to 3.34 bits.

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘ'РУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД № 9 1982

ДИЛЧИЛИК

М. И. ШӘМСИ

ФРАНСА ШӘРГШҮНАСЫ АЗӘРБАЈЧАН ДИЛИ ҺАГГЫНДА

(Азәрбајчан ССР ЕА академики Ә. С. Сумбатзадә тәгдим етмишдир)

Франса шәргшүнасы П. Амде Жобер (1779—1847) Һиндистана һәрби сәфәр арзусунда олан император I Напалјонун көстәриши әсасында 1805-чи илдә ики дөвләт арасында дипломатик әлагә јаратмаг мәгсәди илә Ирана көлмишдир. О, Ермәнистан вә Түркијәдән кечәрәк, Азәрбајчанын Тәбриз, Хој вә бир нечә мүһүм шәһәрләриндә олмуш, Шаһзадә Аббас Мирзә илә көрүшмәк үчүн Әрдәбил шәһәринә кетмишдир. Амде Жобер, сонра Теһрана кедәрәк, Иран һөкмдары Фәтәли шаһла көрүшмүш вә бир мүддәт Иран сарајында гонаг галмыш, бир сыра дөвләт хадимләри вә алимләрлә јахындан таныш олмушду.

П. Амде Жобер сијаси мә'мурijјәтини јеринә јетирдикдән сонра Франсаја гајытмыш вә 1821-чи илдә «Мүсафирәт дәр Ермәнистан вә Иран» (Ермәнистана вә Ирана сәфәр) адлы китабыны јазмышдыр. Әсас е'тибары илә дилчи вә тарихшүнас олан Жобер өз әсәриндә бир сыра мараглы һадисәләрлә јанашы, Азәрбајчан халгынын гонагпәрвәрлији вә хүсусилә, Азәрбајчан дилинин әһәмијјәти һаггында мараглы вә фајдалы мә'лумат вермишдир. О јазыр: «Иран вилајәтләринин бир нечәсиндә Азәрбајчан дилиндә данышмаг вә јазмаг әсас сајылдығы үчүн күман етмәк олар ки, бу милли дил мүәјјән бир зәрурәтин нәтичәси олараг мејдана көлмишдир..,» «Азәрбајчан дилинә адн шәхсләрдән даһа артыг савадлы шәхсләр мараг көстәрир». (2. сәһ. 224).

Амде Жобер, Иран дахилиндә Азәрбајчан дилинин јајылмасыны, јазышмаларын вә данышыгларын һәмин дилдә апарылмасыны гејд едәрәк, көстәрир ки, Азәрбајчан дилинин фарс вә әрәб дилләри илә һеч бир бағлылығы јохдур. Азәрбајчан дилиндә данышмағы бачаран вә бу дилә артыг мараг көстәрән мүәллиф гејд едир ки, Азәрбајчан дилиндәки сәрбәст данышыглар өз аһәнкдарлығы нөгтеји-нәзәриндән Шәргин ән јахшы дилләриндән биридир (2. сәһ. 224).

П. Амде Жобер Азәрбајчан дилинин өјрәнилмәсинин нәинки јалныз дилчиләрә, һәм дә тарихчиләрә вә шәргшүнаслара да мәсләһәт көрәрәк јазыр: «Бу дил тәкчә дилчилик вә тарихшүнаслыг нөгтеји-нәзәриндән дејил, еј̆ни заманда Шәргдә јеканә сијаси бир дилдир. Бу дилдә данышa биләнләр Иранын бүтүн гәрб вилајәтләринә вә һәтта Хәзәр дәнизи саһилләринә белә сәфәр едә биләрләр». (2. сәһ. 225).

П. Амде Жобер јазыр ки, Фирдовси, Сә'ди вә Һафизлә мүгајисә етмәк олмаса да, азәрбајчанлылар сырасында маһир шаирләр вә истe'дадлы јазычылар да чохдур. Онларын дин, тарих, чоғрафија вә тәбиәт елмләринә анд әсәрләри дә вардыр. О, ахырда гејд едир ки, шаһ, назир вә дөвләт һакимләринин мәркәзи олан Иран сарајында белә Азәрбајчан дилиндән башга ајры дилдә данышмырлар. (2. Сәһ. 225—226). Мүәллифин бу мүддәасы мүасир охучуларын нәзәриндә мүбалиғә һесаб олуна биләр, лакин Гачарларын ана дилләринин Азәрбајчан дили олмасыны нәзәрә алдыгда, ону бир һәгигәт кими гәбул етмәк мүмкүндүр.

П. А. Жобер, 1822-чи илдә Азәрбајчан дилинин грамматикасына даир «Дәстур-е забан-е торки» (Түрк сөзү. П. А. Жоберин јох, фарс тәрчүмәчинин сөзүдүр, чүнки фарслар чәнуби азәрбајчанлылары түрк адландырырлар) адлы әсәрини јазыб нәшр етдирмишдир. О, сонралар Парисдәки Шәргшүнаслыг Институтунун директору вәзифәсиндә чалышмыш вә 1847-чи илдә вәфат етмишдир.

Амде Жоберин мүасири, көркәмли рус шаири М. J. Лермонтов (1814—1841) бир нечә Азәрбајчан шәһәрләриндә олмуш вә Азәрбајчан дили һаггында өз тәәссүратыны белә изаһ етмишдир: Авропада Франсыз дили кими, Асијада да Азәрбајчан дили зәрури бир дилдир. (3. Сәһ. 108—116).

Франса шәргшүнасы Жоберин мүддәасыны әсасландыран башга фактлардан бири дә 1869-чу илдән Тәбриз шәһәриндә фәалијјәт көстәрән «Насири» адлы мәктәбдә башга фәнниләрлә јанашы, Азәрбајчан дилинин тәдрис едилдијини дә гејд етмәк олар. (4. Сәһ. 40—41). Үмумијјәтлә, Чәнуби Азәрбајчан мәктәбләриндә дәрс вәсаити кими истифадә олунан фарс дилиндәки дәрсликләри, тәдрис просесиндә мүәллим охујуб, шакирдләрин ана дилләриндә изаһ етмәси өзү дә бу дилин әһәмијјәтини көстәрән амилләрдән биридир. Лакин Рза шаһын 1927-чи илдәки «мaариф ислаһаты» вә «милли» дил шүары һаггындакы планы илә бу тәдрис методу да гадаған едилди.

Азәрбајчан әдәби дилинин инкишафында М. Ф. Ахундов, М. Шаһтахтински, Ф. Көчәрли вә башга Азәрбајчан алимләринин көркәмли хидмәтләри вардыр. J. Арјәнпур, Ахундовун Азәрбајчан әдәбијјатындакы тә'сирини, Меллерин Франса вә Гоголун Русија әдәбијјатындакы тә'сири гәдәр күчлү һесаб етмишдир. (5. Сәһ. 350).

М. Ф. Ахундовун педагожи мәфкурәсиндән истигамәт алараг, Иранда үсули-чәдид мәктәбләринин баниси олдуғу вә әлифбаны сәс үсулу илә тәдрис етдији үчүн «Иран маарифинин атасы» адландырылан Мирзә Һәсән Рүшдијјә 1894-чү илдә нәшр етдирдији «Вәтән дили» адлы дәрс китабы илә Чәнуби Азәрбајчан әдәби дилинин инкишафына бөјүк хидмәт етмишдир. 1905—1911-чи илләрин Мәшрутә ингилабы кедишиндә доғма Азәрбајчан дилинин тәдрисинә диггәт верән халг гәһрәманы Сәттар ханын, бу дили тәдрис едән мүәллимләри вә јахшы мәнимсәјән шакирдләри гызыл медалла тәлтиф етмәси дә тәсадүфи дејилдир. (6. 1946, № 7). Мәһз буна көрәдир ки, Чәнуби Азәрбајчан халгы Пәһләви һакимијјәти дөврүндә (1925—1978) ана дилиндәки, тә'лим вә тәһсилин бәрпасы уғрунда дәфәләрлә мүбаризә апармыш вә һәмишә инадлы мүгавимәтә раст көлмишдир.

Һәлә 176 ил бундан әввәл Франса шәргшүнасы вә дикәр елм хадимләринин диггәт мәркәзиндә дуран Азәрбајчан дили «Тәһсилин ана дилиндә апарылмасыны» тә'кидлә гејд едән (1. Сәһ. 142). В. И. Ленин идејасынын гәләбәси вә Азәрбајчанда Совет һакимијјәтинин гурулмасы илә даһа да инкишаф едәрәк, сәлис, аһәнкдар вә әдәби чәһәтдән зәнкинләшмиш бир дилә чеврилмишдир. Һазырда Азәрбајчан дили Шәргин ән көзәл әдәби, елми вә ше'р дилләриндән бири һесаб олунур вә онун өјрәнилмәсинә башга халгларда да мараг ојадыр.

Азәрбајчан дили һаггында П. А. Жоберин мә'луматына көлдикдә ону әсасән, бу дилин әһәмијјәтинә даир илк мәнбә вә мә'лумат һесаб етмәк олар.

Әдәбијјат

1. В. И. Ленин. Полное собр. соч., т. 24, М., 1973.
2. پ. آمده ژوبر، مسافرت در ارمنستان و ایران، تهران. ۱۹۶۸ (ترجمهٔ علینقی اعتماد مقدم.)
3. Курбанов. Ш. Этапы развития азербайджанско-русских литературных связей в XIX веке. Баку, 1964. 4.
4. میرزا احمد تبریزی، تاریخ قدیم آذربایجان، تبریز، ۱۸۸۶.
5. یحیی آرین پور، ازصبا تا نیما، جلد اول، تهران، ۱۹۷۲.
6. «آذربایجان» ژورنالی، باکی، ۱۹۴۶، نمره ۷.

Јахын вә Орта Шәрг халглары институту *Алынмышдыр 10. III. 1981*

М. И. Шамси

ФРАНЦУЗСКИЙ ВОСТОКОВЕД ОБ АЗЕРБАЙДЖАНСКОМ ЯЗЫКЕ

Французский востоковед П. Амде Жобер (1779—1847 гг.) по указу Наполеона I в 1805 г. через Армению и Турцию приехал в Южный Азербайджан. Посетив целый ряд городов этой области—Тебриз, Хой, Ардебиль и др.—он выехал в Тегеран с целью установления дипломатических связей между обоими государствами.

П. А. Жобер в 1821 г. написал книгу под названием «Мосаферат дар Эрманистан ва Иран» («Путешествие в Арменистан и Иран»), а в 1822 г. им была написана «Дастур-е забан-е Торки» (Грамматика азербайджанского языка»). В произведениях П. А. Жобер показал значение азербайджанского языка и указал на то, что этим языком пользуются в различных областях Ирана, особенно в иранском дворце. Он пишет: «Трудно сравнить азербайджанских литераторов с Фирдоуси, Саади, Хафизом, но и среди них есть достойные поэты и писатели, которые посвятили многие свои книги мусульманской вере, истории, географии естествознанию».

Он оценил азербайджанский язык, «как один из прекраснейших и важных языков Востока».

M. I. Shamsi

FRENCH ORIENTALIST ON THE AZERBAIJAN LANGUAGE

French orientalist P. A. Jober (1779—1847) went to South Azerbaijan via Armenia and Turkey by order of Napoleon I in 1805. Having visited a number of cities of this region—Tebris, Hoy, Ardebil etc., he left to Teheran with the aim of the establishment of the diplomatic relations between both countries.

P. Amde Jober wrote a book „Mosaferat dar Ermanistan va Iran" („The Trip to Armenia and Iran") in 1821 and in 1822 he wrote „Dastur-e zaban-e Torki" („Azerbaijan Grammar"). In these works P. A. Jober showed the importance of the Azerbaijan language and pointed out that this language was used in various Iranian regions and especially in Iranian Palace. He wrote: „Azerbaijan writers can not be compared with Firdousi, Saadi, Hafis, but among them there are many worthy poets and writers who devoted many books to Moslem religion, history, geography and nature science".

He appreciated the Azerbaijan language „as one of the finest and important East languages".

МҮНДӘРИЧАТ

СОДЕРЖАНИЕ

Сдано в набор 2. 07. 1982 г. Подписано к печати 23. 12. 1982 г. ФГ 17664.
Формат бумаги $70\times100^{1}/_{16}$. Бумага типографская № 1.
Гарнитура шрифта литературная. Печать высокая. Печ. лист. 7,00.
Уч. изд. лист. 5,59. Тираж 585. Заказ 415. 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 вписаны 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:

$$R^{n}, \quad r_{n}$$

Греческие буквы нужно обводить (в кружок) красным карандашом. Буквы готического шрифта и рукописные в рукописях не использовать, векторные величины — подчеркивать черным, буквы латинского рукописного шрифта следует отметить на полях (например, H рукоп.).

Во избежание ошибок следует четко обозначать прописные (заглавные) и строчные буквы латинского алфавита, имеющие сходное начертание (Cc; Kk; Pp; Oo; Ss; Uu; Vv; и т. д.), буквы I(i) и J(j), букву I и римскую единицу I, а также арабскую цифру I и римскую I, ′(вертикальная черта), 1 и штрих в индексах, l (латинское эль) и e. Прописные буквы подчеркивают карандашом двумя черточками снизу (C), а строчные — сверху (c.)

Следует избегать знаков типа ~ (волна), $\odot$, $\oplus$, $\otimes$; $\square$, $\bar{\underline{\circ}}$|$\diamond$, $\vee$ $\wedge$

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

$$h \; \times \; \underline{\notin}, \; \oint\oint, \; \oint, \; \notin$$

Латинские названия вписываются на машинке.

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

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

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

13. Необходимо тщательно проверить написание местных географических названий.

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

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

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

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

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

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

70 гəп.
коп.

Индекс
76355