



ISSN 0002-3078

АЗƏРБАЙҘАН ССР ЕЛМЛƏР АНАДЕМИЈАСЫ  
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

# МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXVIII ЧИЛД

1982 • 8

УНБ

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 требуется специальное решение редколлегии.

3. Статьи направляются на рецензию.

4. Для каждого автора в год. Это правило действует для авторов Академии наук Азерб. ССР. Автору следует поместить статью, а также ее классификацию (УДК). Копия статьи должна быть в двух экземплярах, предназначенных для ВИНТИ.

5. Автор должен указать название учреждения, в котором выполнялось исследование, полный почтовый адрес и номер.

6. Автор должен указать лицо, с которым редакция будет связываться.

7. Если статья не принята, автор должен указать, что статья принята, и копию вновь рассматривается редакция вместе с первоначальным экземпляром. Датой поступления считается дата поступления статьи.

8. Объем статьи не должен превышать 1/4 авторского листа. Текст, таблицы, библиография (не более 10 строк) не должны превышать четырех листов. Рисунки должны быть выполнены на мелованной бумаге. Фотографии должны быть в увеличенном виде. Штриховые рисунки должны быть выполнены на кальке. Текст рисунков должен быть в двух экземплярах. Повторение рисунков и таблиц не допускается. Рисунки должны быть выполнены в виде отдельных страниц. Фотографии должны быть выполнены на отдельных страницах. На обороте каждой страницы должны быть указаны фамилия автора, название статьи и номер.

9. Автор должен указать на обороте обложки)

# МӘ'РУЗЭЛЭР ДОКЛАДЫ ТОМ XXXVIII ЧИЛД

№ 8

«ЕЛМ» НӘШРИЈАТЫ—ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭЛМ»  
БАКЫ—1982—БАКУ



УДК 518.944

МАТЕМАТИКА

К. А. ДЖАЛИЛОВ, Р. В. ГУСЕЙНОВ

О КОРРЕКТНОЙ РАЗРЕШИМОСТИ ОДНОЙ СИСТЕМЫ  
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

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

В настоящей заметке показывается, что задача о корректной разрешимости некоторой системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами может быть заменена более простой эквивалентной задачей, а именно задачей о корректной разрешимости одного уравнения.

Итак, рассмотрим уравнение

$$P(D)u(x) = f(x). \quad (1)$$

Здесь  $P(D)$  — некоторый оператор, условия на который будут сформулированы ниже,  $D = (D_1, \dots, D_n)$ ,  $D_j = \frac{1}{i} \frac{\partial}{\partial x_j}$  и  $f(x)$  — заданная гладкая функция.

Предположим, что

1) вещественные нули полинома  $P(\sigma)$  образуют  $R^n$  некоторое алгебраическое многообразие размерности  $k$ , где

$$k < \left\{ \left[ \frac{n}{2} \right], \left[ \frac{2(n-2)}{3} \right] \right\},$$

2) в каждой точке указанного алгебраического многообразия квадратичная форма

$$\sum_{i,j=1}^{n-k} \frac{\partial^2 P(\xi)}{\partial \vec{n}_i \partial \vec{n}_j} \xi_i \xi_j$$

положительно определенная. Здесь  $\vec{n}_1$  — ая нормаль к поверхности  $P(\sigma) = 0$  в рассматриваемой точке.

Как было доказано в [1], верна следующая

Теорема 1. Пусть выполняются условия (1)–(2). Тогда для любой финитной (или быстроубывающей непрерывной) функции  $f(x)$  уравнение (1) имеет единственное решение такое, что

$$\int |u(x)|^2 (1 + |x|)^{-n+1} dx < \infty.$$

Заметим, что условие на число  $k$  несущественно.

Опираясь на результаты [2] и [3], подробную теорему можно доказать для любого  $1 \leq k \leq n-2$  ( $k=1$  уже рассмотрена в заметке [4]).

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. Сендов  
(зам. главного редактора), М. А. Топчибашев, М. А. Усейнов,  
Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

© Издательство „Элм“, 1982 г.

Теперь рассмотрим систему уравнений:

$$\left. \begin{aligned} P_1(D)u(x) &= f_1(x) \\ \dots & \\ P_m(D)u(x) &= f_m(x) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Предположим, что операторы  $P_1(D), \dots, P_m(D)$  и функции  $f_1(x), \dots, f_m(x)$  удовлетворяют следующим условиям:

а) оператор  $P_1^2(D) + \dots + P_m^2(D)$  удовлетворяет условиям (1)–(2) теоремы 1;

б)  $f_1(x), \dots, f_m(x)$  — финитные функции и удовлетворяют условиям согласования:

$$P_i(D)f_j(x) = P_j(D)f_i(x), \quad i, j = 1, \dots, m \quad (3)$$

Теорема 2. При выполнении условий а), б) система (2) имеет единственное решение  $u(x)$ , удовлетворяющее условию:

$$\int |u(x)|^2 (1 + |x|)^{-n+k} dx < \infty. \quad (4)$$

Доказательство. Применяя к первому уравнению системы (2)  $P_1(D)$ , ко второму  $P_2(D)$  и т. д.  $m$ -му  $P_m(D)$  и сложив полученные уравнения почленно, имеем:

$$[P_1^2(D) + \dots + P_m^2(D)]u(x) = P_1(D)f_1(x) + \dots + P_m(D)f_m(x). \quad (5)$$

Класс функций, удовлетворяющих условию (4), обозначим через  $\Omega$ . Как следует из условий а), б) и из теоремы 1, уравнение (5) имеет единственное решение  $u(x)$  в классе функций  $\Omega$ . Теперь мы докажем, что решение  $u(x)$  уравнения (5) удовлетворяет системе (2).

С этой целью положим

$$\left. \begin{aligned} P_1(D)u(x) - f_1(x) &= V_1(x) \\ \dots & \\ P_m(D)u(x) - f_m(x) &= V_m(x) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Применим к  $i$ -му уравнению системы (6) оператор  $[P_1(D)]$  и, меняя  $i$  от 1 до  $m$ , сложим полученные уравнения. В результате получается:

$$\begin{aligned} [P_1^2(D) + \dots + P_m^2(D)]u(x) - [P_1(D)f_1(x) + \dots + P_m(D)f_m(x)] &= \\ = P_1(D)v_1(x) + \dots + P_m(D)v_m(x) \end{aligned} \quad (7)$$

Из того, что  $u(x)$  удовлетворяет уравнению (5) из (7) следует

$$P_1(D)v_1(x) + \dots + P_m(D)v_m(x) = 0.$$

Далее, применяя к  $i$ -му уравнению системы (6) оператор  $P_j(D)$  и к  $j$ -му  $P_i(D)$ , сложив полученные уравнения и пользуясь условиями согласования (3), получаем:

$$P_i(D)v_j(x) - P_j(D)v_i(x) = 0. \quad (9)$$

Здесь мы пользуемся тем фактом, что коммутатор двух линейных операторов с постоянными коэффициентами равен нулю, т. е.

$$P_i(D)P_j(D) = P_j(D)P_i(D),$$

Теперь, применяя к уравнению (8) оператор  $P_1(D)$ , а к (9)  $P_j(D)$ ,  $j = 2, \dots, m$ , сложим полученные соотношения.

В итоге получим

$$[P_1^2(D) + \dots + P_m^2(D)]v_1(x) = 0. \quad (10)$$

Так как  $u(x) \in \Omega$ , то по теореме о среднем  $P_1(D)u(x)$  также будет принадлежать классу  $\Omega$ .

С другой стороны, из ограничений на  $f_1(x)$  следует, что разность  $P_1(D)u(x) - f_1(x) = v_1(x)$  будет из класса  $\Omega$ . Но по теореме 1 всякое решение уравнения (10), принадлежащее классу  $\Omega$ , тождественно равно нулю, т. е.  $v_1(x) \equiv 0$ . Таким же образом доказывается, что  $v_i(x) \equiv 0$  для всех  $i$ . Это означает, что  $u(x)$  является решением системы (2).

Из доказанной теоремы следует, что вопрос о корректной разрешимости системы специального вида можно свести к изучению корректной разрешимости одного уравнения, исследование которого намного проще, чем исходной задачи.

#### Литература

1. Джалилов К. А. О решениях гипозэллиптических уравнений во всем пространстве. Деп. ВИНТИ, 1972. 2. Грушин В. В. ДАН СССР, 146, 6, 1962.
3. Littman W. Decay at infinity of solutions.... Trans. AMS, 1232, 1966.
4. Джалилов К. А. Матер. научной конференции, посвященной 50-летию Азербайджана. Баку, 1971.

Институт математики и механики

Поступило 29. IX 1980

К. Э. Чэлилов, Р. В. Гусейнов

#### БИР СИНИФ ДИФФЕРЕНЦИАЛ ТЭНЛИКЛЭР СИСТЕМИНИН ХЭЛЛИНИН КОРРЕКТЛИЈИ НАГГЫНДА

Мэгалэдэ хусуси тэрэмэли бир синиф тэнликлэр системинин хэллинин варлыгы вэ јеканэлијн мэсэлэси өјрэнлир. Мүөјјөн шэртлэр дахилиндэ хэмин мэсэлэнин хэлли бир тэнлијин хэллинин өјрэнилмэсинэ кэтирилир.

K. A. Djalilov, R. V. Guseinov

#### ON CORRECT SOLVABILITY OF ONE SYSTEM OF DIFFERENTIAL EQUATIONS

A problem on unique existence of solution of one system of differential equation with constant coefficients is considered. It is proved that a posed problem holds in a class of functions integrable in a square by some weight.

Н. М. КАСУМОВ

НЕЧЕТКИЕ ОБЪЕКТЫ В КАТЕГОРИЯХ

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

В последние годы быстро развивается новая область математики — теория нечетких систем [1]. Вслед за понятием нечеткого множества [7] появились определения нечетких групп [6], топологий [3], топологических групп [4], векторных, метрических пространств и т. п. В настоящей работе введено понятие нечетких объектов и морфизмов. Это позволило выделить естественные с категорной точки зрения определения, найти одно необходимое условие для групп (отсутствующее в [6]), а также распространить понятие нечеткости на категории объекты которых не являются множествами (этого ранее не делалось).

§ 1. Напомним некоторые определения. Нечетким подмножеством множества  $X$  называется функция  $\mu: X \rightarrow I$ , где  $I$  есть отрезок  $[0, 1]$  рассматриваемый в основном как полная решетка. Когда  $\mu$  принимает лишь значения 0 и 1, мы имеем характеристическую функцию (обычного) подмножества в  $X$ . Принято интерпретировать [1, 7]  $\mu(x)$  как „степень принадлежности“ элемента  $x$  множеству  $\mu$ , при этом допускается, что эта степень может устояиваться из интуитивных и субъективных соображений. Эту интерпретацию назовем стандартной. Дополнение к  $\mu$  определяется как  $1 - \mu$ , вложение — условием  $\mu_1(x) \leq \mu_2(x)$ , объединение и пересечение семейства  $\{\mu_i\}$  как  $\sup \mu_i(x)$  и  $\inf \mu_i(x)$ . Эти понятия совпадают с обычными, когда все функции принимают лишь значения 0 и 1.

Нечеткое топологическое пространство [3, 4] — это семейство нечетких подмножеств в  $X$ , замкнутое относительно произвольных объединений и конечных пересечений и содержащее тождественные 0 и 1. Его элементы называются нечетко-открытыми множествами, а их дополнения — нечетко-замкнутыми. Если  $X$  есть (отделимое) топологическое пространство, то семейство всех полунепрерывных снизу функций  $(\mu x \leq \lim \inf \mu x_\alpha$  для направленности  $x_\alpha \rightarrow x$ ) образует нечеткую топологию, которая называется индуцированной [5] или естественной [3]. Для группы  $X_\mu$  называется нечеткой подгруппой [6], если  $\mu(xy^{-1}) \geq \min\{\mu x, \mu y^{-1}\}$ . Добавим также условие  $\mu(e) = 1$ , обсуждение которого дано ниже (§ 3).

§ 2. В работе используются некоторые элементарные понятия теории категорий (см. [2]). Локально малую слева бикатегорию будем называть  $P$ -категорией.

Лемма 1. Любая  $P$ -категория  $K$  допускает построение канонического функтора  $P_{ow}: K \rightarrow P_{os}$  в категорию частично упорядоченных множеств и изотонных отображений.

Определение 2. Нечетким подобъектом  $\sigma$  объекта  $X \in K$  называется антиизотонное отображение  $\sigma: I \rightarrow P_{ow}(X)$ . Множество

$ZZ(X)$  всех нечетких подобъектов в  $X$  называется фазификацией (fuzzyfication = „нечеткизация“) объекта  $X$ . Для морфизма  $f: X \rightarrow Y$  фазификация определяется как  $ZZ(f): ZZ(X) \rightarrow ZZ(Y)$ ,  $\sigma \rightarrow P_{ow}(f)(\sigma(t))$ . Таким образом определен функтор  $ZZ: K \rightarrow Set$ , равный композиции функторов  $P_{ow}: K \rightarrow P_{os}$  и  $Hom(I^*, \cdot): P_{os} \rightarrow Set$  ( $I^*$  — дуальный отрезок).

Теорема 3. Категории множеств  $Set$ , групп  $Gr$  и отделимых топологических пространств  $Ha$  (со структурой замкнутых мономорфизмов) являются  $P$ -категориями. Функтор  $P_{ow}$  леммы 1 можно рассматривать как функтор в категорию  $CL$  полных решеток.

Замечание. Для  $Set$  и  $Gr$  бикатегорная структура единственна: все эпи- и мономорфизмы [4, стр. 53], для указана лишь система мономорфизмов, так как система эпиморфизмов определена по ней однозначно [4, теор. 1. 8. 6] и оказывается в данном случае системой всех эпиморфизмов.

Определение 4. Пусть  $Pow: K \rightarrow CL$ . Два нечетких подобъекта  $\sigma, \tau \in ZZ(X)$  будем называть  $R$ -эквивалентными, если  $\forall t \in I \inf\{\sigma(s): s < t\} = \inf\{\tau(s): s < t\}$ . Для  $t = 0$ , как обычно,  $\inf$  пустого множества есть единица соответствующей решетки. Ясно, что это действительно отношение эквивалентности на  $ZZ(X)$  и существует каноническая функция выбора  $R: \sigma \rightarrow \sigma_R = \inf\{\sigma(s): s < t\}$ , для которой  $\sigma \sim \sigma_R$ ,  $(\sigma_R)_R = \sigma_R$ .

Лемма 5. Пусть  $\sigma, \tau: I^* \rightarrow L$ ,  $\varphi: L \rightarrow M$  изотонные отображения полных решеток и  $\sigma \sim \tau$ . Тогда  $\varphi\sigma \sim \varphi\tau$ .

Доказательство. Поскольку  $\sigma \sim \tau$  тогда и только тогда, когда  $\sigma_R = \tau_R$ , можно считать  $\tau = \sigma_R$ . Имеем:

$$(\varphi\sigma_R)_R(t) = \inf_{s < t} \varphi\sigma_R(s) = \inf_{s < t} \varphi(\inf_{u < s} \sigma(u)) \leq \inf_{s < t} \inf_{u < s} \varphi\sigma(u) = \inf_{u < t} \varphi\sigma(u) = (\varphi\sigma)_R(t) = \inf_{s < t} \varphi\sigma(s) \leq \inf_{s < t} \varphi(\inf_{u < s} \sigma(u)) = (\varphi\sigma_R)_R(t).$$

Первое неравенство справедливо в силу изотонности  $\varphi$ , второе — в силу антиизотонности  $\sigma: I \rightarrow L$ . Таким образом  $(\varphi\sigma)_R = (\varphi\sigma_R)_R$ , т. е.  $\varphi\sigma \sim \varphi\sigma_R$ .

§ 3. Перейдем к изложению основных результатов.

Теорема 6. Существует каноническая биекция между нечеткими подмножествами в  $X \in Set$  и классами  $R$ -эквивалентности нечетких подобъектов в  $ZZ(X)$ .

Доказательство. Для  $\mu: X \rightarrow I$  определим  $\sigma: I \rightarrow Pow(X)$  равенством  $\sigma(t) = \mu^{-1}[t, 1]$ . Антиизотонность очевидна. Кроме того,  $\sigma_R = \sigma$ , поскольку  $\inf_{s < t} \sigma(s) = \bigcap_{s < t} \sigma(s) = \bigcap_{s < t} \mu^{-1}[s, 1] = \mu^{-1} \bigcap_{s < t} [s, 1] = \mu^{-1}[t, 1] = \sigma(t)$ . Обратное для класса  $R$ -эквивалентности  $[\sigma]$  выберем  $\sigma_R$  (применив каноническую функцию выбора  $R$ ) и положим для  $x \in X \in Set$   $\mu(x) = \sup\{t: x \in \sigma(t)\}$ .

Теорема 7. Существует каноническая биекция между нечеткими подгруппами в  $X \in Gr$  и классами  $R$ -эквивалентности нечетких подобъектов в  $ZZ(X)$ .

Доказательство. Биекция в точности та же, что и в теореме 6, остается лишь проверить, так что определенное  $\mu: X \rightarrow I$  будет нечеткой подгруппой в смысле § 1. Имеем:  $\mu$  соответствует  $\sigma = \sigma_R$  тогда и только тогда, когда  $\mu(x) \geq t$  эквивалентно  $x \in \sigma(t)$ . Если  $\sigma(t) =$

подгруппа, то из  $x, y^{-1} \in \sigma(t)$  следует  $xy^{-1} \in \sigma(t)$ , т. е. из  $\mu_x \geq t$ ,  $\mu_{y^{-1}} \geq t$  следует  $\mu(xy^{-1}) \geq t$ , что эквивалентно условию  $\mu_{xy^{-1}} \geq \min\{\mu_x, \mu_{y^{-1}}\}$  из § 1.

**Замечание.** Очевидно, для единицы  $e \in X$ ,  $e \in \sigma(t)$  при всех  $t \in I$ , т. е.  $\mu(e) = 1$ . В работе [6] по определению допускается  $\mu(e) < 1$ , а затем доказывается, что  $\mu(e) = \max\{\mu_x : x \in X\}$ . Интересно отметить, что необходимость условия  $\mu_e = 1$ , полученная из чисто категорных соображений, имеет и очевидный практический смысл. При стандартной интерпретации (см. § 1) это означает, если даже подгруппа определена неточно (нечетко) можно абсолютно уверенно сказать, что она содержит единицу группы.

**Теорема 8.** Существует каноническая биекция между нечетко-замкнутыми множествами  $X \in \text{Hd}$  в индуцированной нечеткой топологии и классами  $R$ -эквивалентности нечетких подобъектов в  $\text{ZZ}(X)$ .

**Доказательство.** Как и в теореме 7, проверим, что замкнутость  $\sigma(t)$  означает, что из  $x_\alpha \in \sigma(t)$ ,  $x_\alpha \rightarrow x_0$  следует  $x_0 \in \sigma(t)$ ; для соответствующего  $\mu: X \rightarrow I$  это эквивалентно тому, что из  $\mu_{x_\alpha} \geq t$  следует  $\mu_{x_0} \geq t$ , или  $\limsup \mu_{x_\alpha} \leq \mu_{x_0}$ . Тогда  $1 - \mu$  полунепрерывна снизу и, по определению § 1, является нечетко-открытым подмножеством в индуцированной топологии.

И вновь полученное категорными методами условие является вполне осмысленным при стандартной интерпретации: неравенство  $\limsup \mu_{x_\alpha} \leq \mu_{x_0}$  означает, что нечетко-замкнутое множество содержит предел направленности в не меньшей степени, чем ее элементы (ср. [5]).

§ 4. Рассмотрим теперь морфизмы  $f: X \rightarrow Y$  в  $\text{Set}$ ,  $\text{Gr}$ ,  $\text{Hd}$ .

**Определение.** (см. [3, 4, 6, 7]). Образом  $\mu: Y \rightarrow I$  нечеткого множества  $\mu: X \rightarrow I$  при (обычном) отображении  $f: X \rightarrow Y$  называется функция  $\mu_f(y) = \sup\{\mu_x : fx = y\}$ . Как всегда,  $\sup$  пустого множества есть минимум в  $I$ , т. е. нуль.

В работе [6] для доказательства того, что гомоморфный образ нечеткой подгруппы есть нечеткая подгруппа, было введено требование (перенесенное позже и на топологические группы в [4]) того, чтобы гомоморфизм  $f$  имел так называемое  $\sup$ -свойство, т. е. написанный выше  $\sup$  достигался для всех  $y \in Y$ . Ниже показано, что это условие излишне.

Положим в лемме 5  $\varphi = \text{Pow}(f): \text{Pow}(X) \rightarrow \text{Pow}(Y)$ . Согласно определению 2,  $\text{ZZ}(f): \sigma \rightarrow \varphi\sigma$ , а лемма 5 гарантирует корректность определения  $\text{ZZ}(f)$  на классах  $R$ -эквивалентности, которые в свою очередь по теореме 6 канонически соответствуют нечетким подмножествам. Пусть  $\mu$  соответствует  $\sigma_R$ . Дважды применяя правило биекции (см. доказательство теоремы 7), можно видеть, что  $\mu$  соответствует классу  $[\varphi\sigma_R] = \text{ZZ}(f)[\sigma_R] = f\sigma_R$ . Это же рассуждение для  $\text{Gr}$  и  $\text{Hd}$  показывает, что образ нечеткой подгруппы при любом гомоморфизме есть нечеткая подгруппа, а образ нечетко-замкнутого множества при замкнутом непрерывном отображении есть нечетко-замкнутое множество.

**Замечание.** Теоремы 6–8 дают по существу биекцию для нечетких объектов вида  $\sigma_R$ . Вышеприведенные рассуждения, однако,

показывают необходимость перехода к классам  $R$ -эквивалентности, так как по лемме 5 при изотонном отображении сохраняется не функция выбора  $R$ , а лишь класс эквивалентности.

#### Литература

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной. „Мир“, М., 1976
2. Циленко М. Ш., Шульгейфер Е. Г. Основы теории категорий. „Наука“, М., 1974
3. Congrad F. Fuzzy topological concepts. J. Math. Anal. Appl., 74(2), 432–440, 1980.
4. Foster D. H. Fuzzy topological groups. J. Math. Anal. Appl., 67(2), 549–564, 1979.
5. Martin H. W. Weakly induced fuzzy topological spaces. J. Math. Anal. Appl., 78(2), 634–639, 1980.
6. Rosenfeld A. Fuzzy groups. J. Math. Anal. Appl., 35(3), 512–517, 1971.
7. Zadeh L. A. Fuzzy sets. Inform. Control, 8(3), 338–353, 1965.

Институт математики и механики

Поступило 12. XI 1980

Н. М. Гасымов

#### КАТЕГОРИЈАЛАРДА ГЕЈРИ-СЭРРАСТ ОБЪЕКТЛЭР

Мәгаләдә иштијари категоријаларда гејри-сэрраст объектләрни јени тәрифи верилмишдир. Бу тәриф мұхтәлиф анлајышларын ваһид үсулларда арашдырылма-сына вә үмуми теоремләрни чыхарылмасына имкан верир. Чохлуг, груп вә тополо-кија һаллары үчүн мәлум фактлар бу ишдән нәтичә кими алыныр. Мәгалә ејни заманда әввәлләр өјрәнилмәмиш гејри-сэрраст низамлы чохлуглары да әһатә едир.

N. M. Kasumov

#### FUZZY OBJECTS IN CATEGORIES

A new definition of fuzziness in arbitrary categories is introduced. This notion enables us to investigate different concepts and state general theorems by a unified method. In the case of sets, groups and topologies, the earlier results by different authors can be derived as corollaries. Some new objects such as fuzzy ordered sets are also being embraced by this new approach.

В. А. КАСИМОВ

СВОЙСТВО ГИЛЬБЕРТОВЫХ МОДУЛЕЙ И ФРЕДГОЛЬМОВЫХ ОПЕРАТОРОВ НАД  $C^*$ -АЛГЕБРАМИ

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

Теория  $C^*$ -алгебр и их представлений интенсивно применяется в различных вопросах топологии. Наиболее плодотворные применения теории  $C^*$ -алгебр оказались в  $K$ -теории. Первые применения техники  $C^*$ -алгебр для решения некоторых вопросов теории векторных расслоений следует искать в работах по теории фредгольмовых операторов. Важным моментом является тот факт, что для непрерывного семейства фредгольмовых операторов, хотя индекс и является локально постоянной функцией, более тонким гомотопическим инвариантом является пара векторных расслоений, соли которых образованы ядрами и коядрами семейства фредгольмовых операторов. Это наблюдение, сделанное М. Атья [1] и независимо от него К. Енихом [2], позволило интерпретировать  $K$ -группы в терминах фредгольмовых операторов и в терминах эллиптических псевдодифференциальных операторов. В связи с этой проблемой важное место занимает теорема Кюйпера [3] о том, что группа всех обратимых ограниченных операторов бесконечномерного гильбертова пространства стягиваема. Это, в частности, означает, что любое векторное локально тривиальное расслоение, слой которого изоморфен бесконечномерному гильбертову пространству, является тривиальным расслоением. В дальнейшем оказалось, что естественные варианты  $K$ -теории в произвольных банаховых категориях, которые исследовал М. Каруби [4], [5], в случае  $C^*$ -алгебр получили интересные приложения. Эти приложения связаны с тем обстоятельством, что некоторые  $C^*$ -алгебры естественно возникают в топологических задачах. Одной из таких задач является задача описания гомотопических инвариантов неодносвязных многообразий. А. С. Мищенко [6], [7], [8], [9] разработал теорию сигнатурных инвариантов неодносвязных многообразий и теорию индекса эллиптических операторов над  $C^*$ -алгебрами для исследования гомотопических инвариантов неодносвязных многообразий. В частности, была разработана теория фредгольмовых операторов над  $C^*$ -алгебрами и построен индекс фредгольмовых операторов над  $C^*$ -алгебрами как элемент  $K$ -группы  $C^*$ -алгебры.

Вопрос о гомотопической структуре группы всех обратимых операторов бесконечномерного гильбертова модуля над  $C^*$ -алгеброй был частично решен автором в работе [10], где была доказана теорема, утверждающая, что все гомотопические группы

$$\pi_k(GL^*(l_2(A)))$$

— группы обратимых, и допускающих сопряженные эндоморфизмы гильбертова модуля  $l_2(A)$ , тривиальны.

Эта теорема является обобщением теоремы Кюйпера на случай произвольной  $C^*$ -алгебры.

В настоящей статье изучаются некоторые свойства гильбертовых модулей и фредгольмовых операторов над  $C^*$ -алгебрами.

**Определение 1.** Пусть  $\{M_i\}$  — счетное семейство гильбертовых  $A$ -модулей такое, что  $M_i \sim M$ , т. е. каждый гильбертов модуль  $M_i$  изоморфен Гильбертову модулю  $M$  над  $C^*$ -алгеброй  $A$ . Тогда через  $l_2(M)$  обозначим гильбертову прямую сумму  $\bigoplus_{i=1}^{\infty} M_i$ , т. е.

$$l_2(M) = \bigoplus_{i=1}^{\infty} M_i.$$

Пусть  $A' = \text{End}_A^*(l_2(M))$  —  $C^*$ -алгебра  $A$ -эндоморфизмов, допускающих сопряженный эндоморфизм. Оказывается, что справедлива следующая

**Теорема 1.**  $C^*$ -алгебра  $A' = \text{End}_A^*(l_2(M))$  изоморфна  $C^*$ -алгебре  $A'' = \text{End}_A^*(l_2(A'))$ .

**Доказательство.** Справедливость этой теоремы вытекает из следующей леммы.

**Лемма 1.** Гильбертов модуль  $l_2(M)$  изоморфен гильбертовой прямой сумме счетного числа экземпляров гильбертова модуля  $l_2(M)$ . т. е.

$$l_2(M) = l_2(M) \oplus l_2(M) \oplus l_2(M) \oplus \dots$$

**Доказательство.** Вместо нумерации одним индексом  $i$  в прямой сумме  $\bigoplus_{i=1}^{\infty} M_i$  можно ввести нумерацию парой индексов, т. е.  $l_2(M) = \bigoplus_{i=1}^{\infty} M_{ij}$ , где каждый из модулей  $M_{ij}$  изоморфен модулю  $M$ . Тогда получаем, что

$$l_2(M) = \bigoplus_{i=1}^{\infty} \left( \bigoplus_{j=1}^{\infty} M_{ij} \right) = \bigoplus_{i=1}^{\infty} N_i,$$

где каждый модуль  $N_i$  есть  $A$  модуль  $l_2(M)$ . Следовательно,  $l_2(M) = l_2(M) \oplus l_2(M) \oplus l_2(M) \oplus \dots$

Лемма доказана.

Остальная часть доказательства теоремы 1 аналогична доказательству теоремы 2 работы [10].

Пусть  $M$  — гильбертов модуль над  $C^*$ -алгеброй  $A$ . Обозначим через  $[M]$  класс гильбертовых  $A$ -модулей, изоморфных гильбертову  $A$  модулю  $M$ . Выберем из каждого класса  $[M]$  по одному представителю  $M_\alpha$ , т. е. модуль  $M_\alpha$ , не изоморфный  $A$  модулю  $M_\beta$ , если  $\alpha \neq \beta$ , где  $\alpha, \beta \in \Sigma$ .

Пусть  $\{M_{\alpha,i}\}_{\alpha \in \Sigma}$  — семейство всех гильбертовых модулей над  $C^*$ -алгеброй  $A$ , где каждый модуль  $M_\alpha$  участвует в  $i$ -экземплярах. Рассмотрим гильбертову прямую сумму

$$\bigoplus_{i=1, \alpha \in \Sigma}^{\infty} M_{\alpha,i} \tag{1}$$

которую обозначим через  $l_2(M_{\alpha,1})$ , т. е.

$$l_2(M_{\alpha,1}) = \bigoplus_{i=1, \alpha \in \Sigma}^{\infty} M_{\alpha,1}.$$

Оказывается справедлива следующая

**Теорема 2.** Если множество  $\Sigma$  счетно, то существует изоморфизм гильбертовых модулей

$$l_2(M_{\alpha,1}) \approx l_2(A).$$

**Доказательство.** Из теоремы о стабилизации ([11], стр. 12—17) получаем, что существует изоморфизм

$$l_2(A) \approx M \circ l_2(A)$$

Следовательно, получаем, что если к каждому слагаемому  $M_{\alpha,1}$  в формуле (1) добавить гильбертов модуль  $l_2(A)$ , то получим изоморфизм

$$M_{\alpha,1} \circ l_2(A) \approx e_2(A).$$

Так как множество  $\Sigma$  счетно и, кроме того, гильбертов модуль  $l_2(A)$  в разложении (1) участвует в счетном числе, то получаем следующий изоморфизм

$$\bigoplus_{i=1, \alpha \in \Sigma}^{\infty} M_{\alpha,1} \approx \bigoplus_{i=1}^{\infty} l_2(A).$$

В силу того, что

$$l_2(A) = l_2(A) \circ l_2(A) \circ \dots \text{ см. в [10]}$$

теорема доказана.

Следующая теорема относится к теории векторных расслоений над  $C^*$ -алгебрами.

**Теорема 3.** Каждое  $A$ -расслоение со слоем гильбертова модуля  $l_2(A)$ , структурной группой  $GL^*(l_2(A))$  и базисным пространством  $X$  является тривиальным расслоением. Здесь  $X$  — топологическое пространство либо компактное, либо имеющее гомотопический тип  $CW$ -комплекса.

Приведем определение фредгольмова оператора над  $C^*$ -алгеброй, данное А. С. Мищенко в работе [10].

Обозначим через  $K_0(A)$  — алгебраический функтор  $K_0$ -алгебры  $A$ , т. е. группу Гротендика конечнопорожденных проективных модулей над  $C^*$ -алгеброй  $A$ .

**Определение 2.** Непрерывный оператор

$$F: l_2(A) \rightarrow l_2(A)$$

называется фредгольмовым  $A$ -оператором, если  $F$  является  $A$ -гомоморфизмом, существует разложение прообраза  $l_2(A) = M_1 \circ N_1$  и образа  $l_2(A) = M_2 \circ N_2$ ,  $N_1, N_2$  — конечнопорожденные  $A$ -модули, а оператор  $F$  имеет следующий матричный вид:

$$F = \begin{pmatrix} F_1 & 0 \\ 0 & F_2 \end{pmatrix},$$

причем  $F_1: M_1 \rightarrow M_2$  является изоморфизмом. Элемент  $[N_1] - [N_2] \in K_0(A)$  называется индексом оператора  $F$ :

$$\text{Index } F = [N_1] - [N_2] \quad (2)$$

Обозначим через  $F^*$  — пространство всех фредгольмовых  $A$ -операторов, допускающих сопряженный.

**Теорема 4.** Имеет место изоморфизм

$$\text{index}: \pi_0(F^*) \rightarrow K_0(A).$$

**Доказательство.** Эпиморфность этого гомоморфизма следует из определения фредгольмова  $A$ -оператора. Теперь покажем мономорфность гомоморфизма

$$\text{index}: \pi_0(F^*) \rightarrow K_0(A).$$

Пусть  $\varphi \in F^*$  есть фредгольмов  $A$  оператор, допускающий сопряженный, т. е.  $\varphi: l_2(A) \rightarrow l_2(A)$  — фредгольмов и гомоморфизм  $\varphi$  допускает сопряженный. Тогда из определения 2 следует, что существует два таких разложения гильбертова модуля  $l_2(A)$ , что

$$l_2(A) = M_1 \circ N_1 \text{ и } l_2(A) = M_2 \circ N_2,$$

где модули  $N_1$  и  $N_2$  конечно порождены и оператор

$$l_2(A) = M_1 \circ N_1 \xrightarrow{\varphi} M_2 \circ N_2 = l_2(A)$$

определяется матрицей

$$\varphi = \begin{pmatrix} \varphi_1 & 0 \\ 0 & \varphi_2 \end{pmatrix},$$

где гомоморфизм  $\varphi_1: M_1 \rightarrow M_2$  является изоморфизмом гильбертовых модулей и, кроме того, гомоморфизмы  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  допускают сопряженные и ограничены.

Для доказательства мономорфности гомоморфизма  $\text{index}$  надо показать, что из условия  $\text{index } \varphi = 0$  следует, что  $\varphi$  является нулем группы  $\pi_0(F^*)$ , т. е. гомотопен тождественному оператору. Из определения фредгольмова оператора следует, что если  $\text{index } \varphi = 0$ , то  $[N_1] - [N_2] = 0$ , т. е. модули  $N_1$  и  $N_2$  изоморфны. Пусть  $\psi: N_1 \rightarrow N_2$  — изоморфизм гильбертовых модулей.

Рассмотрим гомотопию, определяемую равенством

$$\psi_t = \begin{pmatrix} \varphi_1 & 0 \\ 0 & t\varphi_2 + (1-t)\psi \end{pmatrix},$$

где  $t \in [0, 1]$ . Поскольку оператор  $t\varphi_2 + (1-t)\psi$  ограничен и допускает сопряженные для каждого  $t \in [0, 1]$ , то гомотопия  $\psi_t$  определена корректно.

При  $t = 0$

$$\psi_t = \psi_0 = \begin{pmatrix} \varphi_1 & 0 \\ 0 & \psi \end{pmatrix}$$

и при  $t = 1$

$$\psi_t = \psi_1 = \begin{pmatrix} \varphi_1 & 0 \\ 0 & \varphi_2 \end{pmatrix}.$$

Следовательно, матрица

$$\begin{pmatrix} \varphi_1 & 0 \\ 0 & \varphi_2 \end{pmatrix} \text{ гомотопна матрице}$$

$$\begin{pmatrix} \varphi_1 & 0 \\ 0 & \psi \end{pmatrix}, \text{ где гомоморфизмы}$$

$\varphi_1: M_1 \rightarrow M_2$  и  $\psi: N_1 \rightarrow N_2$

являются изоморфизмами, ограничены и допускают сопряженные гомоморфизмы.

Поскольку из следствия 1 работы [10] следует, что каждый



каждый допускающий сопряженный изоморфизм гомотопен в классе изоморфных операторов тождественному оператору, то получаем, что оператор  $\varphi$  гомотопен в классе фредгольмовых операторов тождественному оператору.

Теорема доказана.

**Замечание.** Из теоремы 4 следует, что единственным гомотопическим инвариантом фредгольмова оператора над  $C^*$ -алгеброй является его индекс.

Пусть  $X$  — компактное топологическое пространство,  $A$  —  $C^*$ -алгебра. Через  $C_A(X)$  обозначим  $C^*$ -алгебру непрерывных отображений топологического пространства  $X$  в алгебру  $A$ . В работах М. Каруби [4,5] показано, что существует изоморфизм

$$K_A^0(X) \cong K_0(C_A(X)).$$

Пространство допускающих сопряженные фредгольмовых  $A$ -операторов обозначим через  $F_A^*(I_2(A))$ . Тогда ясно, что существует изоморфизм

$$[X, F_A^*(I_2(A))] \cong F_{C_A(X)}^*(I_2(C_A(C_A(X)))).$$

Так как гомоморфизм

$$\text{Index} : F_{C_A(X)}^*(I_2(C_A(X))) \rightarrow K_0(C_A(X))$$

является изоморфизмом (теорема 4), то заключаем, что справедлива следующая.

**Теорема 5.** Существует изоморфизм  $[X, F_A^*(I_2(A))] \rightarrow K_A^0(X)$ .

Автор приносит благодарность профессору А. С. Мищенко за постановку задачи и ряд полезных замечаний.

#### Литература

1. Атья М. Лекции по К-теории. Изд-во "Мир", 1967, стр. 121—130
2. Енх К. Bonn. dissertation. (В книге М. Атья "Лекции по теории"). З. Кюйпер Н. В книге М. Атья "Лекции по к-теории", стр. 241—260.
3. Каруби М. Algebras de Clifford et K-theorie. Ann. Sci. Ecole Norm. Supér., 1, № 2, 1968, 161—270.
4. Каруби М. Periodicite de la K-theorie hermitienne. Lecture Notes Math., 343, 1974, 301—411.
5. Мищенко А. С. Изв. АН СССР, серия матем., 34, 1970, 501—541.
6. Мищенко А. С. Изв. АН СССР, серия матем., 35, 3, 1971, 664—675.
7. Мищенко А. С. Изв. АН СССР, серия матем., 35, 6, 1971, 1332—1371.
8. Мищенко А. С. УМН, 28, 2, 1973, 239—246.
9. Мищенко А. С. Фоменко А. Т. Изв. АН СССР, серия матем., 43, 4, 1979, 831—859.
10. Касрагов Г. G. Hilbert modules: theorems of Stinespring and Voiculescu (Preprint). Chernogolovka, 1980.

Азгосуниверситет и.м. С. М. Кирова

Поступило 16. XI 1981

В. Э. Гасымов

#### $C^*$ -ЧЭБРЛЭРИ ҮЗЭРИНДЭ ГИЛБЕРТ МОДУЛЛАРЫНЫ ВЭ ФРЕДГОЛЬМ ОПЕРАТОРЛАРЫНЫ ХАССЭЛЭРИ

Мәгаләдә  $C^*$ -чәбрлэри үзэриндә Гилберт модулларын, вектор тәбәгәләнмәлэрини вә һәмчини фредгольм операторларыны хәссэлэри өйрәнлилр.

V. A. Kasimov

#### THE QUALITY OF HILBERT MODULES AND FREDHOLM OPERATORS OVER $C^*$ ALGEBRAS

Some qualities of Hilbert modules and Fredholm operations over  $C^*$  algebras are proved in the article.

У. С. ПАШАБЕКОВА

#### ВЛИЯНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ БЕСЩЕЛЕВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ НА ПОЛЯРОННУЮ ЭФФЕКТИВНУЮ МАССУ

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

Ранее нами были вычислены сдвиг поляронной зоны и поправка к эффективной массе электронов и дырок в бесщелевом полупроводнике (полуметалле) HgTe с учетом межзонного электрон-фонного взаимодействия [1]. Наиболее существенным результатом работы [1] является необычный знак поправки к эффективной массе носителей заряда, связанный с поляронным эффектом.

В обычных полупроводниках, как известно [2], поляронная эффективная масса увеличивается (электрон как бы "тащит" за собой облако виртуальных фононов). В полуметалле HgTe имеет место обратная ситуация, поляронная эффективная масса уменьшается по сравнению с затравочной, зонной эффективной массой.

Однако в работе [1] не был учтен вклад межзонных переходов в реальную часть диэлектрической функции. Учет виртуальных межзонных переходов приводит к следующему выражению для статической диэлектрической проницаемости [3]:

$$\epsilon(q) = \epsilon_0 (1 + q_0/q), \quad (1)$$

где

$$q_0 = 3\pi e^2 m_e/2, \quad (2)$$

$m_e$  — эффективная работа электронов.

Настоящая работа посвящена учету вклада диэлектрической аномалии бесщелевых полупроводников в поляронный эффект. Расчет проводится в рамках стандартной теории возмущений [3], при этом поправка к энергии электрона (дырки) во втором порядке теории возмущений имеет вид:

$$\sum_{q}^{e,h} \langle \kappa, \omega | M_q |^2 \left( \frac{\Lambda_{ee}}{\epsilon_{\kappa}^{e,h} - \epsilon_{\kappa-q}^{o,h} - \omega} + \frac{\Lambda_{eh}}{\epsilon_{\kappa}^{e,h} - \epsilon_{\kappa-q}^{h,e} - \omega} \right). \quad (3)$$

Здесь

$$|M_q|^2 = \frac{2\pi e^2 \omega}{q^2} \left( \frac{1}{\epsilon_{\infty}} - \frac{1}{\epsilon(q)} \right) \quad (4)$$

$\omega$  — предельная частота продольного поляризационного оптического фонона;  $\epsilon_{\infty}$  — высокочастотная диэлектрическая проницаемость;  $\kappa$  — им-

пульс электрона (дырки).

$$\Lambda_{ee} = \Lambda_{hh} = 1 - \frac{3}{4} \frac{q^2 \sin^2 \theta}{\kappa^2 + q^2 - 2\kappa q \sin \theta}$$

$$\Lambda_{ch} = \Lambda_{hc} = \frac{3}{4} \frac{q^2 \sin^2 \theta}{\kappa^2 + q^2 - 2\kappa q \sin \theta} \quad (5)$$

Закон дисперсии электронов и дырок записываем в виде:

$$\varepsilon_k^{e,h} = \kappa^2 / 2m_{e,h} \quad (6)$$

соответственно для электронов ( $e$ ) и дырок ( $h$ ).

Для проведения интегрирования по углу  $\theta$  в [3] удобно разложить выражения под знаком суммы по степеням  $\kappa/U_{e,h}$ , где  $U_{e,h} = \sqrt{2|m_{e,h}/\omega}$  [2]. При этом линейные члены по  $\kappa$  не дают вклад в энергию, а члены нулевого порядка и квадратичные по  $\kappa$ , после интегрирования по  $q$ , которое проводится элементарно, дают соответственно вклад в сдвиг полярной зоны и эффективную массу:

$$\Delta E^{e,h} = -\alpha_{e,h} \omega / 2 \quad (7)$$

$$\frac{1}{m_{e,h}^*} = \frac{1}{m_{e,h}} \left( 1 + \frac{11}{60} \alpha_{e,h} \right), \quad (8)$$

где введены обозначения:

$$\alpha_{e,h} = \frac{e^2 U_{e,h}}{2\omega} \left( \frac{1}{\varepsilon_\infty} - \frac{B_{e,h}(S, \mu)}{\varepsilon_0} \right) \quad (9)$$

$$\alpha_{e,h} = \frac{e^2 U_{e,h}}{2\omega} \left( \frac{1}{\varepsilon_\infty} - \frac{A_{e,h}(S, \mu)}{\varepsilon_0} \right). \quad (10)$$

Здесь:

$$S = q_0 / U_e \quad (11)$$

$$\mu = m_e / m_h. \quad (12)$$

Далее:

$$B_e(S, \mu) = \frac{1}{1+S^2} + \frac{2}{\pi} \frac{S \ln S}{1+S^2} + \frac{2}{\pi} \frac{S \ln(S\sqrt{\mu})}{1-\mu S^2} \quad (13)$$

$$B_h(S, \mu) = B_e \left( S\sqrt{\mu}, \frac{1}{\mu} \right) \quad (14)$$

$$A_e(S, \mu) = \frac{30}{11} \left\{ \frac{1/2}{1+S^2} - \frac{2}{(1+S^2)^2} + \frac{28/15}{(1+S^2)^3} - \frac{2}{15\pi} \frac{S}{(1+S^2)} + \frac{28}{15\pi} \frac{S}{(1+S^2)^2} + \frac{2}{5\pi} \frac{S \ln S}{(1+S^2)} - \frac{32}{15\pi} \frac{S \ln S}{(1+S^2)^2} + \frac{56}{15\pi} \frac{S \ln S}{(1+S^2)^3} - \frac{2}{\pi} \frac{S \ln(S\sqrt{\mu})}{1-\mu S^2} + \frac{1}{\pi} \frac{(1-\mu)S}{(1-\mu S^2)} + \frac{2}{\pi} \frac{(1-\mu)\mu S^2 \ln(S\sqrt{\mu})}{(1-\mu S^2)^2} + \frac{8}{5\pi} \frac{\mu S \ln(S\sqrt{\mu})}{(1-\mu S^2)} - \frac{16}{5\pi} \frac{\mu S \ln(S\sqrt{\mu})}{(1-\mu S^2)^2} \right\}$$

$$- \frac{6}{5\pi} \frac{\mu S}{(1-\mu S^2)} + \frac{8}{5\pi} \frac{\mu S \ln(S\sqrt{\mu})}{(1-\mu S^2)^3} + \frac{4}{5\pi} \frac{\mu S}{(1-\mu S^2)^2} \quad (15)$$

$$A_h(S, \mu) = A \left( S\sqrt{\mu}, \frac{1}{\mu} \right). \quad (16)$$

Из формул (15) и (16) видно, что знак поправки к эффективной массе электрона очень чувствителен к величине параметра  $S$ , а именно: при  $S \ll 1$  и  $S \gg 1$   $\alpha_e > 0$ , следовательно, эффективная масса полярона меньше, чем в зоне проводимости, в то время как при  $S = 1$  ситуация обратная.

Для HgTe, согласно [4]:

$\omega = 17$  mev,  $m_e = 0,028 m_0$ ,  $m_h = 0,4 m_0$ ,  $\varepsilon_0 = 18,4$ ,  $\varepsilon_\infty = 15,4$ , где  $m_0$  — масса свободного электрона. Следовательно,

$$\mu = 0,07 \text{ и } S = 1,3.$$

При этих значениях параметров  $\mu$ ,  $S$  величины  $A$  и  $B$  равны:

$$A_e = 2,8; \quad A_h = -5,6; \quad B_e = -0,46; \quad \beta_h = 0,61.$$

Таким образом:

$$\alpha_e = 0,44; \quad \alpha_h = 0,61; \quad \alpha_e' = 0,43; \quad \alpha_h' = 1,83.$$

Отсюда видно, что эффективная масса электрона, благодаря полярному эффекту, увеличивается на 8%, в то время как поляронная эффективная масса дырки уменьшается на 33%.

Без учета диэлектрической аномалии поляронные эффективные массы обоих носителей заряда в бесщелевом полупроводнике оказались меньше, чем у зонной [1].

Автор выражает свою благодарность Ф. М. Гашимзаде и И. Г. Ланг за советы при выполнении работы и полезное обсуждение.

#### Литература

1. Пашабекова У. С. «ДАН Азерб. ССР», т. 35, № 7, 33, 1979.
2. Киттель Ч. Квантовая теория твердых тел. «Наука», М., 1967, с. 16.
3. Гельмонт Б. Л., Иванов-Омский В. И., Цидильковский И. М. УФН, т. 120, вып. 3, с. 337, 1976.
4. Walukiewicz W. J. Phys. C. Solid State Phys., vol. 9, p. 1915, 1976.

Азербайджанский педагогический институт им. В. И. Ленина

Поступило 23. III 1981

У. С. Пашабэрова

#### ГАДАҒАН ЗОНАСЫ ОЛМАҖАН ЈАРЫМКЕЧИРИЧИЛЭРИН ДИЛЕКТРИК АНОМАЛИЈАСЫНЫН ПОЛЈАРОН ЕФФЕКТИВ КҮТЛЭЈЭ ТӘСИРИ

Гадаған зонасы олмаған HgTe-типли жарымкечиричиләрдә электрон ва дешикләрин полјарон еффектив күтлэләри диелектрик нүфузлуғун аномалијасы нәзәрә лынмағла һесаблинмышдыр.

Көстәрилмишдир ки, поларон эффекти нәтижәсидә электронун эффектив күтләси сәрбәст јукдашычылары эффектив күтләсидән бәјүк, дешијини поларон эффектив күтләси иә бундан кичикдир.

U. S. Pashabekova

### THE INFLUENCE OF THE DIELECTRIC ANOMALY OF ZERO-GAP SEMICONDUCTORS ON POLARON EFFECTIVE MASS

The polaron effective mass of the electron and hole in HgTe-type semiconductors have been calculated taking into account the dielectric function anomaly.

It has been shown that as a result of polaron effect the electron effective mass is more than effective mass of free current carriers, but the hole effective mass is less than that of free current carriers.

АЗӘРБАЈҖАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД

№ 8

1982

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

А. Ш. АБДИНОВ, Я. Г. ГАСАНОВ

### ОСОБЕННОСТИ ИХ ГАШЕНИЯ ФОТОПРОВОДИМОСТИ В СЛОИСТОМ ПОЛУПРОВОДНИКЕ СЕЛЕНИДА ИНДИЯ

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

Изучение инфракрасного (ИК) гашения фотопроводимости (ИКГФП) в полупроводниках представляет значительный интерес для физики твердого тела, так как изучение этого явления позволяет более детально выявить локализацию возможных энергетических уровней в запрещенной зоне и разобраться в сложных процессах, происходящих в фотопроводниках. ИК ГФП к настоящему времени было обнаружено во многих материалах, в том числе и в монокристаллах селенида индия [1]. В настоящей работе нами сообщается о тех специфических особенностях ИК ГФП в монокристаллах InSe, которые не только в этом материале обнаруживались впервые, но и для других полупроводников являются редконаблюдаемыми. Объектами исследований являлись выращенные методом медленного охлаждения при постоянном градиенте температуры вдоль слитка [2] высокоомные монокристаллы селенида индия. Их температурное удельное сопротивление составляло  $10^5 \div 10^6$  Ом·см и  $10^7 \div 10^8$  Ом·см при 300 и 77К соответственно. Отдельные образцы с размерами  $10 \times 2,00 \times 5,00$  мм<sup>3</sup> получались скалыванием из крупных монокристаллических слитков и снабжались припаянными в открытом воздухе индиевыми контактами. Геометрия образцов и схема эксперимента выбирались так, чтобы ток протекал вдоль естественных слоев, а световой пучок направлялся перпендикулярно слоям (рис. 1, а).

Измерения производились при температурах 77–300К в линейном участке темновой ВАХ. Образцы помещались в специальном криостате с двумя сквозными оптическими окошечками, которые позволяли освещать исследуемые структуры одновременно светом из области собственного и примесного поглощения. Монохроматические подсветки получались при помощи монохроматоров типа ЗМР-3 и СФ-4. Источниками света служили градуированные по интенсивности лампы накаливания с мощностью 400 Вт.

Температура образца регулировалась путем испарения жидкого азота в криостате, а проводимость образца (или ток через него) регистрировалась электронноцифровым ампервольтвоомметром типа Ш-4310 (или микроамперметром типа М-95 соответственно). Перед каждым

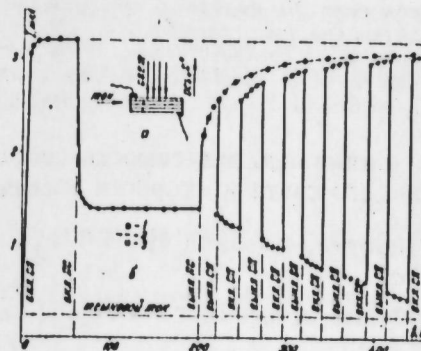


Рис. 1. Схема исследуемых образцов (а) и кинетика фототока (б).

измерением образцы сначала в темпоте нагревались до  $T=400$  К, а затем путем погружения в жидкий азот резко охлаждались до 77К.

В результате проведенных измерений установлено, что при освещении находящихся под воздействием собственного света ( $0,40 \leq \lambda < \leq 1,10$  мкм) высокоомных кристаллов InSe дополнительной подсветкой из области примесного поглощения ( $1,20 \leq \lambda < 2,60$  мкм) они переходят в состояние со слабой фоточувствительностью в области собственного поглощения—происходит ИК-гашение собственной фотопроводимости. Если после установления стационарного значения ИК ГФП ( $I_{\phi}^{-}$ ) выключить гасящий свет, восстановление исходного значения фототока ( $I_{\phi}$ ) происходит в два этапа: сначала ток резко возрастает от  $I_{\phi}^{-}$  до некоторого  $I_{\phi}'$ , а далее очень медленно релаксирует от  $I_{\phi}'$  до  $I_{\phi}$ —наблюдается остаточное ИК-гашение собственного фототока (рис. 1, б). ИК-гашение фотопроводимости (так же как и остаточное ИК ГФП) в исследуемых образцах имеет место при температурах  $T < 200$  К, и максимум его спектрального распределения соответствует  $\lambda=1,70$  мкм. С ростом температуры уменьшается как значение остаточного ИК-гашения фотопроводимости ( $\Delta I_{\phi}^{-} = I_{\phi} - I_{\phi}'$ ), так и время восстановления  $I_{\phi}$ .

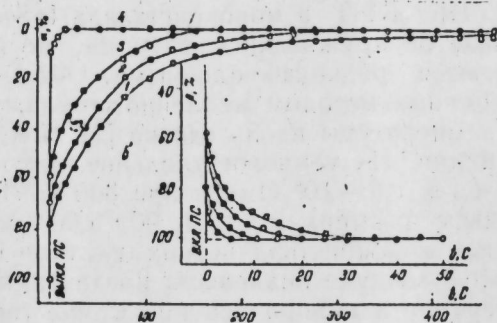


Рис. 2. Кривые спада (а) и восстановления (б) фототока при различных интенсивностях гасящего и собственного света соответственно. а— $\Phi_{\text{н}}$  отн. ед.: 1—5; 2—50; 3—150; 4—200; б— $\Phi_{\text{с}}$ , отн. ед.: 1—1; 2—5; 3—10; 4—20.

Снимались зависимости скорости спада фототока при включении гасящего света и скорости восстановления его после выключения ИК-подсветки, глубина ИК ГФП ( $\beta = \frac{I_{\phi} - I_{\phi}^{-}}{I_{\phi}} \cdot 100\%$ ) и относительное значение остаточного ИК ГФП ( $\alpha = \frac{I_{\phi} - I_{\phi}'}{I_{\phi}} \cdot 100\%$ ) от интенсивности собственного ( $\Phi_{\text{с}}$ ) и гасящего ( $\Phi_{\text{н}}$ ) света. Как видно из рис. 2; а, с ростом  $\Phi_{\text{н}}$  скорость гашения фотопроводимости увеличивается. При этом значения  $\beta$  и  $\alpha$  сначала увеличиваются, а далее выходят к насыщению (рис. 3). С ростом же  $\Phi_{\text{с}}$  скорость восстановления  $I_{\phi}$  увеличивается (рис. 2, б), а  $\beta$  и  $\alpha$  уменьшаются (рис. 3, а). При интенсивностях собственной подсветки больше некоторого критического ( $\Phi_{\text{ск}}$ ) исчезает как ИК ГФП, так и остаточное ИК-гашение фотопроводимости.

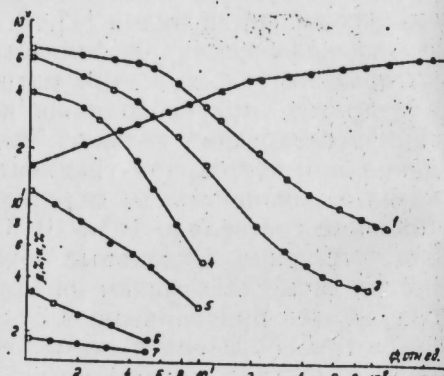


Рис. 3. Зависимость  $\beta$  от интенсивности собственного (кривая 1) и примесного (кривая 2) света и  $\alpha$  от интенсивности собственного света (кривые 3—7).

мости. При оптимальных условиях наблюдения остаточного ИК ГФП ( $\lambda_{\text{н}} = 1,70$  мкм,  $\lambda_{\text{с}} = 0,950$  мкм,  $\Phi_{\text{н}} = 250$  отн. ед.,  $\Phi_{\text{с}} = 5$  отн. ед., длительность воздействия гасящего света  $\tau_{\text{н}} \geq 30$  с,  $T = 77$ К)  $\beta$  достигает 90%, а  $\alpha \approx 30\%$ . Скорость восстановления  $I_{\phi}$  резко увеличивалась при росте температуры, а при  $T \geq 200$  К ИК ГФП совсем исчезает. Поэтому приведенные в данной работе характерные кривые снимались при  $T = 77$ К,  $\lambda_{\text{н}} = 1,70$  мкм,  $\lambda_{\text{с}} = 0,950$  мкм,  $\Phi_{\text{н}} = 250$  отн. ед.,  $\Phi_{\text{с}} = 5$  отн. ед.

Если после установления стационарного состояния с ИК ГФП одновременно выключить примесную и собственную подсветки, тогда состояние со слабой фоточувствительностью (с остаточным ИК ГФП) сохраняется часами. Оказалось, что восстановление  $I_{\phi}$  имеет аддитивный характер. В частности, при воздействии импульсной и непрерывной собственной подсветки, когда  $\Sigma \tau_{\text{н}} = \tau_{\text{с}}$  (где  $\Sigma \tau_{\text{н}}$ —сумма длительностей отдельных импульсов, а  $\tau_{\text{с}}$ —промежуток непрерывного воздействия собственной подсветки), рост фототока относительно  $I_{\phi}^{-}$  оказывается одинаковым (рис. 1, б, кривая 2 и 1 соответственно).

В результате проведенных измерений установлено, что как создание, так и разрушение состояния с остаточным ИК ГФП не зависят от наличия тока или слабого электрического поля в образце. В частности, если освещать образец собственным и примесным светом про  $U \neq 0$ , (рис. 1, б, кривые 1 и 2) и  $U = 0$  (рис. 1, б) кривая 3), то кинетика восстановления  $I_{\phi}$  после выключения гасящего света при одинаковых значениях приложенного напряжения ( $D$ ) совпадают.

Одним из интересных фактов, по-видимому, является также то, что процесс восстановления  $I_{\phi}$  после выключения гасящего света и процесс установления остаточного ИК ГФП являются функцией дозы собственной ( $\Phi_{\text{с}} \cdot \tau_{\text{с}}$ ) и примесной ( $\Phi_{\text{н}} \cdot \tau_{\text{н}}$ ) подсветки соответственно, а не их интенсивностей или длительностей воздействия.

Все выявленные нами в эксперименте особенности ИК-гашения фотопроводимости в исследуемых образцах слонистого полупроводника селенида индия удовлетворительно могут объясняться в рамках барьерной модели этого материала [3]. При этом предполагается, что под действием ИК-подсветки, во-первых, освобождается захваченные  $r$ -центрами дырки, что создает ИК-гашение собственной фотопроводимости, во-вторых, электроны из низкоомной части переходят в высокоомные включения и захватываются там уровнями  $\beta$ -прилипания [4]. Вследствие последнего перехода непосредственно обнаруживается остаточное ИК-гашение фотопроводимости.

#### Литература

1. Казнев Ф. Н. Автореф. канд. дисс., Баку, 1969.
2. Мехтнев Р. Ф., Абдуллаев Г. Б., Ахундов Г. А. ДАН Азерб. ССР, 18, № 1, 11, 1962.
3. Абдинов А. Ш. Автореф. докт. дисс. Баку, 1979.
4. Рывкин С. М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Физматгиз, М., 1963.

Азгосуниверситет им. С. М. Кирова

Поступило 5. V 1981

Ә. Ш. Абдинов, J. h. Гасанов

ИНДИУМ-СЕЛЕН ЛАЙВАРИ ЖАРЫМКЕЧИРИЧИСИНДЭ  
ФОТОКЕЧИРИЧИЛИЈИН ИГ ИШЫГЛА СӨНДҮРҮЛМЭСИННИН  
ХҮСУСИЈЭТЛЭРИ

Температурун  $T < 200$  К диапазононда индиум-селен монокристалларында фотокечиричилијин далга узунлугу  $1,20 \leq \lambda < 2,60$  мкм олан ишыгла галыг сөнмәси мүшәһидә олуур. Тәчрүбәдә бу һадисәни замадан, ишыгын интенсивлијиндән, далга узунлугундан, температурдан вә кәркинликдән асылдыгы өрәнилир. Алынмыш нәтичәләрин тәһлилинә әсасән бу жарымкечиричидә һәмни һадисәни изаһ едән модел тәклиф олуур.

A. Sh. Abdinov, Ya. G. Gasanov

THE PROPERTIES OF THE INFRA-RED QUENCHING OF  
PHOTOCONDUCTIVITY IN InSE LAYER SEMICONDUCTOR

The memory quenching of photoconductivity in  $1,2 \leq \lambda < 2,6 \mu\text{m}$  region in the InSe single crystals was found. The fundamental properties are studied and the model which explains this phenomenon is suggested.

АЗӘРБАЈЧАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД

№ 8

1982

УДК 620.193.01.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Х. БАЙРАМОВ

КОРРОЗИОННОЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ  
АЛЮМИНИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО ИОНАМИ ТАНТАЛА\*

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

Широко используемый в полупроводниковой физике метод ионного легирования [1—4] в последние годы находит свое применение и для модификации поверхностных слоев ряда технически важных металлов с целью улучшения их физико-механических свойств.

Ионное легирование заключается в том, что ускоренные ионы различных элементов, бомбардируя поверхность вещества, проходят внутрь, теряют кинетическую энергию и тормозятся серией столкновений с атомами мишени, в результате чего образуются поверхностные слои, резко отличающиеся химическим составом и структурой кристаллической решетки, а следовательно, и физико-химическими свойствами.

Учитывая, что коррозионные процессы по своей природе являются поверхностными явлениями, то, естественно, ионное легирование, вызывая существенное изменение свойства границы раздела металл—электролит, сильно меняет и коррозионное и электрохимическое поведение поверхностных слоев.

В работах [5, 6] было показано положительное влияние ионного легирования гелием, хромом, молибденом и никелем на коррозионное поведение чистого алюминия. Сообщалось [7, 8] об увеличении стойкости к питтинговой коррозии при легировании алюминия и его высокопрочных сплавов ионами молибдена.

Данная работа посвящена изучению коррозионного и электрохимического поведения алюминия чистотой 99,99% при ионном легировании танталом, которое проводилось на машине „Lintott“ при энергии 20 КэВ и дозах  $2 \times 10^{15}$  ионов/мм<sup>2</sup>. При этом проектируемая глубина проникновения составляла 11 нм. Для исследования коррозионного и электрохимического поведения алюминия использовались трехходовые потенциодинамические (28 мВ/мин) поляризационные измерения с помощью потенциостата „Wenking“. Образцы полировались до зеркального блеска, обезжиривались в ультразвуковой установке, а затем высушивались и выдерживались в эксикаторе в течение суток. Общее коррозионное поведение изучалось в 0,025 н. растворе сульфата натрия, а питтинговая—при добавлении в эту среду ионов хлора (1 г/л).

\* Работа выполнена во время научной стажировки в Манчестерском университете, Институте по науке и технологии, Центре по коррозии и защите (Англия) при сотрудничестве с докторами: В. Ашворсом, Б. А. Грантом, Р. П. М. Проктером, под общим руководством проф. Г. К. Вуда.

На поляризационных кривых первый прямой ход характеризует общее анодное поведение алюминия с воздушно-окисной пленкой на поверхности и, естественно, в случае ионного легирования будет характеризовать любые изменения этой пленки, вызванные как самим физическим процессом ионного легирования, так и наличием легирующего элемента. Второй прямой ход анодной кривой характеризует поведение алюминия уже с пленкой, сформированной в растворе, а в случае ионного легирования—влияние последнего на свойства этой пленки.

Как видно из рис. 1, в сульфатном растворе алюминий растворяется из пассивного состояния. Общий вид анодной кривой характерен для металлов, пассивных уже при стационарном потенциале. После

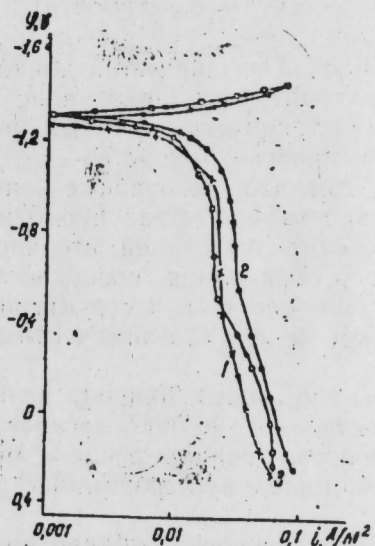


Рис. 1. Потенциодинамические поляризационные кривые алюминия в 0,025 н. растворе сульфата натрия  
1—1-ый прямой ход; 2—обратный ход; 3—2-ой прямой ход.

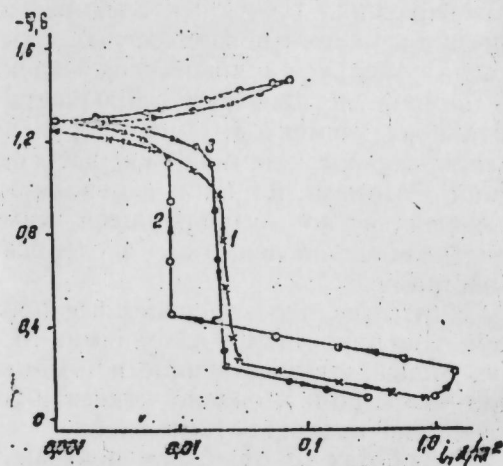


Рис. 2. Потенциодинамические поляризационные кривые алюминия в 0,025 н. растворе сульфата натрия, содержащего 1000 мг/л Cl⁻.  
Обозначения те же, что на рис. 1.

катодной активации стационарный потенциал становится на 40 мВ отрицательнее, а плотности анодных токов—несколько выше. Коррозионный ток, рассчитанный экстраполяцией плотности тока в пассивном состоянии при первом прямом ходе на потенциал погружения составляет  $0,0019 \text{ A/m}^2$ .

Наличие агрессивных ионов хлора способствует пробое пассивной пленки (рис. 2), характеризующейся резким увеличением плотности тока и развитием питтинговой коррозии. Потенциал пробоя при этом составляет 480 мВ. На развитие питтинговой коррозии указывает и наличие большой петли гистерезиса (рис. 2). Благодаря наличию сульфат-ионов имеется довольно ощутимая пассивная область. Катодные кривые, величины стационарных потенциалов, а также плотности токов в пассивном состоянии практически совпадают в обоих растворах. Коррозионные токи также близки ( $0,0021 \text{ A/m}^2$ ).

Легирование алюминия ионами тантала (рис. 3 и 4) приводит к резкому облагораживанию стационарного потенциала (более чем на

С,5В). При первом прямом ходе плотности токов в пассивном состоянии уменьшаются более чем в 2,5 раза. Рассчитанные коррозионные токи также сильно уменьшаются (в 5—6 раз). Максимальная величина плотности анодного тока при граничном значении потенциала (+0,25 В) в чистом сульфатном растворе (рис. 1) составляла  $0,06 \text{ A/m}^2$ , в то время как для легированного алюминия—  $0,021 \text{ A/m}^2$  (рис. 3).

В сульфатном растворе (рис. 3) появление на обратной кривой петли гистерезиса, по всей вероятности, связано с образованием более стойкой пленки  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  при первом ходе анодной кривой.

В присутствии ионов хлора потенциал пробоя смещается к более положительному значению на 80 мВ (рис. 4). Потенциал репассивации питтингов при этом становится на 100 мВ более отрицательным, чем для не легированного алюминия (рис. 2).

Из сопоставления анодного поведения нелегированного и легированного ионами тантала алюминия следует, что при ионном легировании на поверхности алюминия образуется слой нового сплава

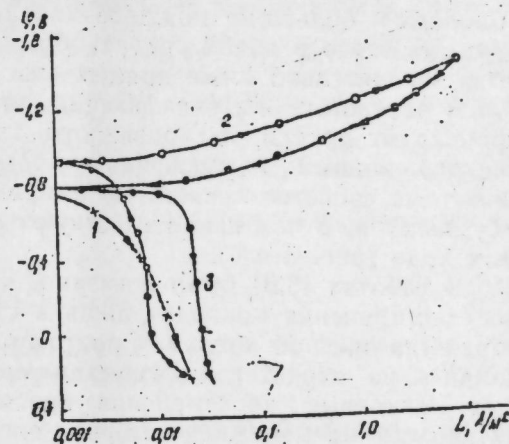


Рис. 3. Потенциодинамические поляризационные кривые алюминия, легированного ионами тантала в 0,025 н. растворе сульфата натрия.

Обозначения те же, что на рис. 1.

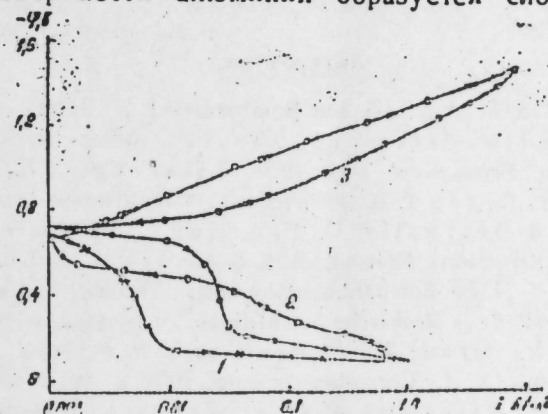


Рис. 4. Потенциодинамические поляризационные кривые алюминия, легированного ионами тантала в 0,025 н. растворе сульфата натрия, содержащего 1000 мг/л Cl⁻.  
Обозначения те же, что на рис. 1.

алюминий—тантал, пленки на котором обладают лучшими защитными свойствами ввиду большой склонности тантала к образованию пассивной пленки (9).

Катодный же процесс сильно интенсифицируется при ионном легировании алюминия танталом (рис. 3 и 4). Так, если при потенциале

—1,45 В плотность тока в сульфатном растворе для легированного алюминия составляла 0,085 А/м<sup>2</sup>, то для легированного—9 А/м<sup>2</sup>. Вызвано это тем, что ток обмена водорода алюминия с окисной пленкой значительно ниже (10<sup>-6</sup> А/м<sup>2</sup>), чем ток обмена водорода на тантале (10<sup>-3</sup> А/м<sup>2</sup>) [10]. Это приводит к стимулированию реакции выделения водорода и большому подщелачиванию приэлектродного слоя. В результате этого в обеих средах обратные ветви катодных кривых проходят значительно ниже прямых (рис. 3 и 4).

В результате интенсификации катодного процесса, по-видимому, происходит потеря легированного тантала или растворение образованного ионным легированием поверхностного сплава, в силу чего защитные свойства пленок, сформированных в растворе, значительно ухудшаются, о чем свидетельствуют анодные ветви при втором прямом ходе (рис. 3 и 4).

В работах [6,8] было показано, что сам физический процесс ионного легирования приводит лишь к слабому утолщению естественной воздушно-окисной пленки, а поэтому и не оказывает существенного влияния на характер потенциодинамических поляризационных кривых. Основные же изменения вносятся при легировании химически активными элементами, которые способствуют формированию новых поверхностных слоев в виде сплавов. Поэтому полученные выше результаты при ионном легировании алюминия танталом, по-видимому, объясняются образованием на поверхности алюминия слоя из сплава алюминий-тантал.

Резюмируя полученные данные, можно заключить, что ионное легирование алюминия танталом улучшает общее коррозионное поведение, сильно уменьшая величину тока в пассивном состоянии, и в меньшей степени повышает стойкость к питтинговой коррозии.

#### Литература

1. Carter G., Colligon J. S. Ion Bombardment of Solids. Heinemann, London, 1969.
2. Mayer I. W., Eriksson L., Davis I. A. Ion Implantation in semiconductors. Academic Press, New York, 1970.
3. Павлов П. В., Попов Ю. С., Тетельбаум Д. И., Белич Т. В. Физические основы ионно-лучевого легирования. Горький, 1972.
4. Dearnally G., Freeman J. H., Nelson R. S., Stephen S. Ion Implantation. North Holland, 1973.
5. Moore W. J., Logon S. R., Luther L. C., Brown S. N. Le Bombardment Ionique: Theories et Applications. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 1962, p. 35.
6. Al-Saffar A. H., Ashworth V., Grant W. A., Procter R. P. M. Proc. 6th Europ. Cong. on Metallic Corrosion, S. C. I. Corrosion Science, 1978, v. 18, p. 687.
7. Al-Saffar A. H., Ashworth V., Baïramov A. Kh. O., Procter R. P. M., Grant W. A. Abstracts of Conference „Ion Implantation and Ion Beam. Analysis Techniques in Corrosion“. UMIST, Manchester, U. K., June, 1978.
8. Al-Saffar A. H., Ashworth V., Baïramov A. Kh. O., Shivers D. J., Grant W. A., Procter R. P. M. Corrosion Science, 1980, v. 20, p. 127.
9. Томашов Н. Д. Теория коррозии и защиты металлов. М., Изд. АН СССР, 1959, с. 572.
10. West J. H. Electrodeposition and Corrosion Processes. Van Nostrand Reinhold, London, 1971, p. 56.

Институт неорганической  
и физической химии

Поступило 22. XII 1980

А. Х. Баïрамов

#### ТАНТАЛ ИОНЛАРЫ ИЛЭ ЛЕКІРЛЭШІМІШ АЛУМІНІУМУН КОРРОЗИЈА ВЭ ЕЛЕКТРОХІМЈЭВІ ХАССЭЛЭРІ

Тантал ионлары илэ лекирлэшимш алуминиумун (99,99%) 0,025 н тэмиз натриум сульфат вэ хлор ионлары (1000 мг/л) мөвчүд олан мән улларда коррозия вэ электрохимјэви хассэлэри тэдгиг олунмушдур.

Көстөрилмишдир ки, тантал ионлары илэ лекирлэмэ алуминиумун хлор ионларынын иштиракы илэ кедэн питтинг коррозиясына гаршы давамдылыгына аз тәсир көстөрдиги һалда, онун сульфат мән улундакы үмуми коррозиясына давамдылыгыны хејли артырыр.

Мүәјјән олунмушдур ки, тантал ионлары илэ лекирлэмэ һәр ики мәнлулда алуминиумун там пассив һалында олан чэрәјан сыхлыгынын азалмасына күчлү тәсир көстөрмәклә коррозия потенциалларыны да 0,5 В мүсбәтләшдирир.

Һәр ики мүһиндә тантал ионлары илэ лекирлэмэ һидрокенин ајрылмасы илэ кедэн катод просесини күчләндирир.

A. Kh. Baïramov

#### CORROSION AND ELECTROCHEMICAL BEHAVIOUR OF TANTALUM IONS IMPLANTED ALUMINIUM\*

The effect of Ta ion implantation on the corrosion and electrochemical behaviour of pure aluminium (99.99%) has been investigated in 0.025 n. sulphate solution and in the presence of Cl<sup>-</sup> ions (1000 ppm) in this solution.

It has been shown that Ta ion implantation markedly improves the general corrosion resistance of aluminium in sulphate solution and in some less degree—the resistance to pitting corrosion.

It has been found out that Ta ion implantation strongly decreases the passive current density and results in the significant increase (more than 0.5 v) of corrosion potential of aluminium in both environments.

In the presence of Cl<sup>-</sup> ions Ta ion implantation results in a slight shift of the breakdown potential to more positive value.

Ta ion implantation accelerates the cathodic process of hydrogen evolution on aluminium in both environments.

\* This work was carried out during scientific training at the Corrosion and Protection Centre, University of Manchester, Institute of Science and Technology, U. K., in collaboration with Drs V. Ashworth, W. A. Grant and R. P. M. Procter under the leadership of Prof. G. C. Wood.

УДК 547.465.4+433+814.8

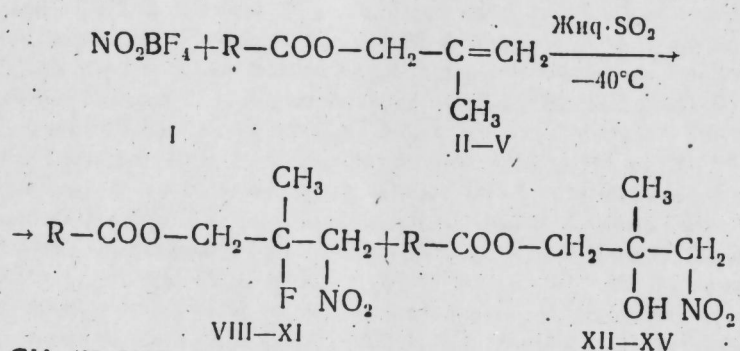
А. Г. ТАЛЫБОВ, М. Р. АСЛАНОВА, член-корр. М. М. ГУСЕЙНОВ,  
И. Г. МУРСАКУЛОВ, В. А. СМИТ

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕТРАФТОРБОРАТА НИТРОНИЯ  
С АЛЛИЛОВЫМИ ЭФИРАМИ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ**

Ранее мы изучали взаимодействие тетрафторбората нитрония  $\text{NO}_2\text{BF}_4$  (I) с циклоалкенами разных типов [1-4] и показали, что характер конечных продуктов зависит от природы алкена и заместителя у двойной связи. Так, если циклоалкены в основном дают смесь непредельных нитросоединений с некоторым содержанием предельных фторнитроциклоалканов [1,2], то реакция  $\text{NO}_2\text{BF}_4$  с циклическими  $\alpha$ -хлоралкенами с препаративными выходами приводит к образованию соответствующих фторнитроаддуктов [3,4] как основных продуктов взаимодействия.

С целью выяснения возможности применения этой реакции для нитрования функционально замещенных алкенов в настоящей работе мы изучили взаимодействие  $\text{NO}_2\text{BF}_4$  с рядом непредельных эфиров карбоновых кислот, в частности с метиллиловыми эфирами уксусной (II), пропионовой (III), масляной (IV) и изомасляной (V) кислот, а также с ацетатами пренола (VI) и диметилвинилкарбинола (VII).

Исследование взаимодействия I с метиллиловыми эфирами II-V показало, что в растворе жидкого  $\text{SO}_2$  при  $-30$ — $-60^\circ\text{C}$  с последующей обработкой реакционной массы смесью эфир-вода с выходами 60-85% образуются смеси  $\beta$ -фторнитроаддуктов (VIII-XI) и  $\beta$ -нитроспиртов (XII-XV) в соотношении (по данным ГЖХ) VIII:XII=95:5 (для II); IX:XIII=70:30 (для III); X:XIV=65:35 (для IV) и XI:XV=75:25 (для V).



где R =  $\text{CH}_3$  (II, VIII, XII);  $\text{C}_2\text{H}_5$  (III, IX, XIII);  $\text{C}_3\text{H}_7$  (IV, X, XIV);  $\text{iso-C}_3\text{H}_7$  (V, XI, XV).

Почти во всех случаях разделение смесей фторнитроаддуктов (VIII-XI) и нитроспиртов (XII-XV) легко осуществлялось четкой разгонкой в вакууме. Только в случае метиллилацетата (II) выделить

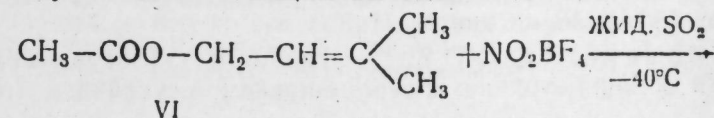
**Физико-химические и ПМР-спектроскопические характеристики синтезированных соединений**

| №№ соединений | Т. кип., °C<br>мм.рт.ст. | $n_D^{20}$ | Выход, % | Данные ПМР-спектров, м. д. и КССВ, Гц |                                    |                         |              |   |
|---------------|--------------------------|------------|----------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------|---|
|               |                          |            |          | $-\text{CH}_2\text{NO}_2$             | $-\text{CH}_2-\text{O}$            | $-\text{C}-\text{CH}_3$ | $-\text{OH}$ | $\text{R}-\text{C}-\text{O}$<br>  <br>O |
| VIII          | $\frac{106-108}{5}$      | 1,4335     | 84       | 4,45 (д)<br>15 Гц                     | 4,0-4,5 (м)                        | 1,47 (д)<br>21 Гц       | —            | 2,00 (с)                                |
| IX            | $\frac{89-90}{3}$        | 1,4340     | 38,4     | 4,58 (д)<br>15 Гц                     | 4,0-4,5 (м)                        | 1,47 (д)<br>22 Гц       | —            | 1,07 (тр)<br>2,30 (кв)                  |
| X             | $\frac{108-110}{4}$      | 1,4325     | 52       | 4,60 (д)<br>16 Гц                     | 4,12 (д)<br>4,14 (д)<br>20 и 16 Гц | 1,32 (д)<br>21 Гц       | —            | 0,88 (тр)<br>1,60 (секс)<br>2,25 (тр)   |
| XI            | $\frac{110-111}{5}$      | 1,4380     | 56,2     | 4,60 (д)<br>16 Гц                     | 4,15 (д)<br>4,17 (д)<br>21 и 17 Гц | 1,47 (д)<br>21 Гц       | —            | 1,12 (д)<br>2,53 (септ)<br>7 Гц         |
| XIII          | $\frac{100-101}{2}$      | 1,4495     | 16,5     | 4,38 (с)                              | 3,98 (с)                           | 1,27 (с)                | 3,54 (с)     | 1,07 (тр)<br>2,30 (кв)                  |
| XIV           | $\frac{122-124}{1}$      | 1,4505     | 28       | 4,47 (с)                              | 4,05 (с)                           | 1,28 (с)                | 3,54 (с)     | 0,91 (тр)<br>1,60 (секс)<br>2,28 (тр)   |
| XV            | $\frac{116-118}{1}$      | 1,4486     | 18,7     | 4,40 (с)                              | 4,00 (с)                           | 1,27 (с)                | 3,50 (с)     | 1,10 (д)<br>2,5 (септ)                  |
| XVI           | $\frac{86-87}{3}$        | 1,4302     | 50,2     | 4,75<br>19 Гц                         | 4,45 (д)<br>6 Гц                   | 1,40 (д)<br>1,42 (д)    | —            | 1,95 (с)                                |
| XVII          | $\frac{98-100}{1}$       | 1,4462     | 16,7     | 4,5 (м)                               | 4,7 (м)                            | 1,29 (с)                | 3,2 (с)      | 1,97 (с)                                |

нитроспирт XII в чистом виде не удалось из-за его малого содержания в смеси.

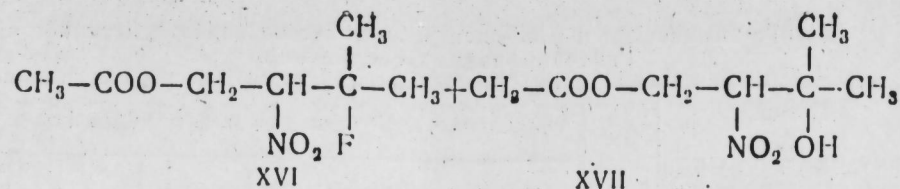
Строение выделенных в индивидуальном виде  $\beta$ -метил,  $\beta$ -фтор,  $\gamma$ -нитропропиловых (фторнитроаддукты VIII-XI) и  $\beta$ -метил,  $\beta$ -окси,  $\gamma$ -нитропропиловых (нитроспирты XII-XV) эфиров карбоновых кислот доказывалось данными их элементных анализов, а также стандартными спектроскопическими характеристиками (ИК- и ПМР). Эти данные наряду с другими характеристиками синтезированных соединений приведены в таблице.

Дальнейшие исследования показали, что результатом взаимодействия I с пренилацетатом (VI) в аналогичных с метиллиловыми эфирами условиях также является смесь фторнитроаддукта XVI и нитроспирта XVII в соотношении 75:25 (по данным ГЖХ анализа) соответственно, получающаяся с общим выходом 67%:

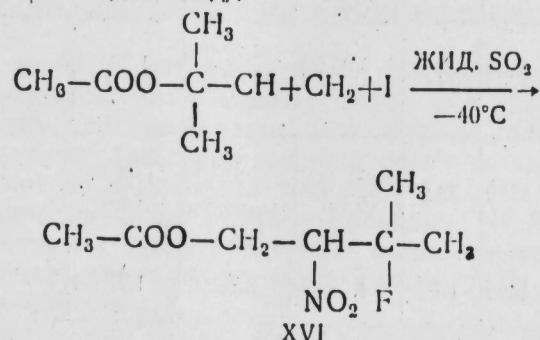


VI





Несколько неожиданным был результат взаимодействия  $\text{NO}_2\text{BF}_4$  с ацетатом диметилвинилкарбинола (VII). Оказалось, что и в этом случае, наряду с образованием нескольких неидентифицированных продуктов непредельного характера, основным продуктом реакции, как и в случае ацетата пренола (VI), является нитрофтораддукт XVI, получающийся с выходом 43%:



Строение соединений XVI и XVII, как  $\beta$ -нитро,  $\gamma$ -метил,  $\gamma$ -фтор-бутилового и  $\beta$ -нитро,  $\gamma$ -метил,  $\gamma$ -оксибутилового эфиров уксусной кислоты, доказывалось данными их элементных анализов и подтверждалось ИК- и ПМР-спектроскопически. Эти данные приведены в таблице. Относительное расположение нитрогруппы, ацилоксизаместителя и атома фтора (гидроксильной группы в случае нитроспиртов) в синтезированных соединениях устанавливалось по данным о химсдвигах протонов  $\text{CH}$ -,  $\text{CH}_2$ - и  $\text{CH}_3$ -групп с учетом наличия или отсутствия констант спин-спинового взаимодействия (КССВ)  $\text{H}^{19}\text{F}$  протонов этих групп, а также величин этих КССВ (см. таблицу).

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ПМР-спектры записаны на приборе BS 487 В рабочей частотой 80 МГц в растворе  $\text{CCl}_4$ , ГМДС,  $\delta$  шкала. ИК-спектры снимались на приборе UR-20. Для всех синтезированных соединений (VIII—XVII) в ИК-спектрах наблюдались интенсивные полосы поглощения симметричных  $1370-1393 \text{ см}^{-1}$  и асимметричных  $1560-1585 \text{ см}^{-1}$  валентных колебаний  $\text{NO}_2$ -группы, валентных колебаний группы  $\text{C}=\text{O}$  при  $1735-1780 \text{ см}^{-1}$ , валентных колебаний связи  $\text{C}-\text{O}-\text{C}$  ( $1130-1255 \text{ см}^{-1}$ ), а также колебаний связи  $\text{OH}$  при  $3490-3520 \text{ см}^{-1}$  для нитроспиртов.

ГЖХ анализы продуктов взаимодействия  $\text{NO}_2\text{BF}_4$  с эфирами II—VII проводились в следующих условиях: стеклянные колонки  $200 \times 0,4 \text{ см}$ , наполненные 5%-ным силиконовым эластомером ХЕ-60 на хроматное-(АВ), 40 мл/мин  $\text{N}_2$ ,  $145^\circ\text{C}$ .

Взаимодействие  $\text{NO}_2\text{BF}_4$  с эфирами II—VII осуществлялось по следующей общей методике: к перемешиваемой суспензии 3,3 г (0,025

молей) тетрафторбората нитрония в 30 мл жидкого  $\text{SO}_2$  при  $-60^\circ\text{C}$  в атмосфере сухого азота в течение 20 мин. прибавляли 0,022 моля соответствующего непредельного эфира (II—VII). Температура реакционной смеси при этом поднимается до  $-40^\circ\text{C}$ . Смесь при этой температуре перемешивали еще 90 мин. до полного растворения I, а затем разлагали выливанием в перемешиваемую смесь 25 мл эфира и 25 мл воды. Эфирный слой отделяли, водный экстрагировали эфиром ( $2 \times 15 \text{ мл}$ ). Объединенные эфирные вытяжки промывали водой, сушили над  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , эфир удаляли, а остаток фракционировали в вакууме. Выхода и некоторых характеристики конечных аддуктов VIII—XVI даны в таблице. Для всех синтезированных соединений получены удовлетворительные элементные анализы.

#### Вывод

Показано, что взаимодействие металлilовых эфиров карбоновых кислот, а также ацетатов пренола и диметилвинилкарбинола с тетрафторборатом нитрония с хорошими выходами приводит к получению соответствующих фторнитро- и оксинитроаддуктов по двойной связи.

#### Литература

1. Мурсакулов И. Г., Гусейнов М. М., Смит В. А., Талыбов А. Г., Зефиоров Н. Х. ЖОРХ, 13, 1121, 1977.
2. Талыбов А. Г., Мурсакулов И. Г. „Азерб. хим. ж.“, № 3, 64, 1978.
3. Мурсакулов И. Г., Талыбов А. Г., Гусейнов М. М., М. М. Асланова М. Р., Смит В. А., Вердиева С. Ш. ДАН Азерб. ССР, т. 34, № 3, 35, 1978.
4. Мурсакулов И. Г., Талыбов А. Г., Гусейнов М. М., Смит В. А. ЖОРХ, 15, 95, 1979.

Институт хлорорганического синтеза

Поступило 12. V 1981

А. Г. Талыбов, М. Р. Асланова, М. М. Гусейнов, И. Г. Мурсакулов,  
В. А. Смит

#### ТЕТРАФЛОРБОРАТ НИТРОНИУМУН КАРБОН ТУРШУЛАРЫНЫН АЛЛИЛ ЕФИРЛЭРИ ИЛӘ ГАРШЫЛЫГЛЫ ТӘСИРИ

Мәгаләдә тетрафторборат нитронийумун металлilасетатла, металлilпропионатла-металлil-и нә изо-бутиратла һәм чинни пренол вә диметилвинилкарбинолуи ацетатлары илә гаршылыгы тәсирин тәдгиг олуи мушдур. Кәстәрилмишдир ки, илкин көтүрүлән бүтүн доймамыш мурәккәб ефирләр  $-30-60^\circ\text{C}$ -дә маје күкүрдә 4-оксид мүнтиндә тетрафторборат нитронийумла асанлыгыла реакцияја кирир. Бу вахт препаратив чыхымла (60—85%)  $\beta$ -флор нитроаддуктларын вә  $\beta$ -нитроспиртларин гаршыгы уйгун оларат (95—65):(5—35) нисбәтиндә алыныр.

A. G. Talybov, M. R. Aslanova, M. M. Guseinov, I. G. Mursakulov,  
V. A. Smit

#### REACTION OF NITRONIUM TETRAFLUOROBORATE WITH METALLYL ESTERS

Interaction of the nitronium tetrafluoroborate with metallil-acetate, metallilpropionate, metallil-n- and iso-butyrate and with the acetates of prenil and dimethylvinylcarbinol was investigated. It is shown that the major products of the reactions obtained in yields 60—85% are the mixtures of the corresponding  $\beta$ -nitrofluoroadducts and  $\beta$ -nitroalcohols in ratio (95—65):(5—35).

Б. А. МАМЕДОВ, А. В. РАГИМОВ, С. А. ГУСЕЙНОВ,  
Б. И. ЛЮГОНЬКИЙ

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОКИСЛЕНИЯ ПОЛИГИДРОХИНОНА В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР С. Д. Мехтиевым)

Ранее была показана возможность обратимого перехода полиариленихинонов в стабильные полирадикалы семихинонного типа [1]. Недавно нами установлено, что при окислении полигидрохинонов в щелочной среде также образуются стабильные полирадикалы [2]. Образование таких полирадикалов имеет большой интерес при использовании полигидрохинонов в качестве растворимых и плавких, но не летучих ингибиторов [3]. Кроме того, переход в полирадикалы семихинонного типа сопровождается резким возрастанием парамагнетизма и проводимости [1, 4]. Однако отсутствие данных о кинетике и механизме окисления полигидрохинона в определенной степени затрудняет целенаправленное варьирование количества семихинонных радикальных центров в составе макромолекул.

Данное сообщение посвящено изучению кинетики окисления полигидрохинона кислородом в спиртово-щелочной среде.

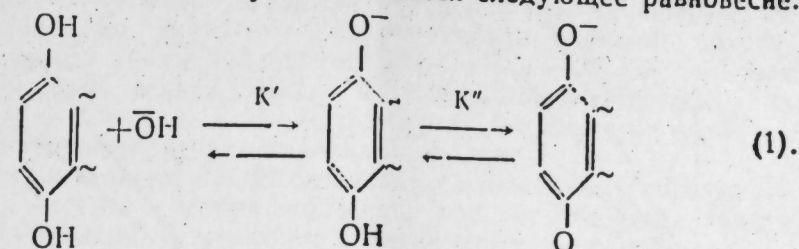
Синтез и очистку полигидрохинона проводили по методике [5]. Среднечисловая и среднемассовая молекулярные массы исходного полигидрохинона, определенные методом гель-проникающей хроматографии, составляли 530 и 670 соответственно.

Окисление полигидрохинона проводили в стеклянном реакторе объемом 50 мл, снабженном магнитной мешалкой и соединенным с волюмометром ДАГВ-70-2М. В качестве растворителя использовали абсолютный этиловый спирт.

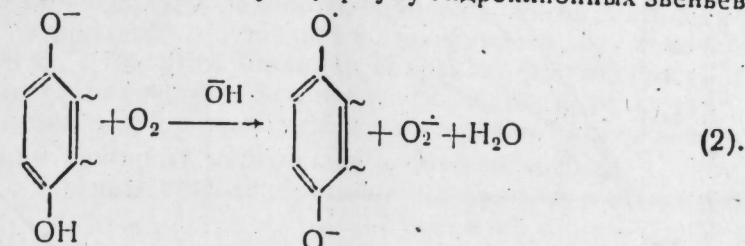
Волюмометр и реактор термостатировали ультротермостатом ( $\Delta t = \pm 0,05$ ). При заданной температуре, не нарушая герметичности системы, вводили в реакционную среду определенное количество 10%-ного раствора КОН в этаноле и фиксировали объем поглощенного кислорода реакционной смесью в ходе окисления полигидрохинона.

Окисление гидрохинонных звеньев полимер происходит аналогично окислению гидрохинона, образуя промежуточные полисемихинонные ион-радикалы [2]. При добавлении раствора КОН к раствору

полигидрохинона мгновенно устанавливается следующее равновесие:



Концентрация моноаниона гидрохинонных звеньев является основной в реакционной среде. Поэтому возможно, что окисление в основном происходит через моноанионную формулу гидрохинонных звеньев



Составим дифференциальное уравнение по (2):

$$-\frac{d[\sim\text{ГХ}\sim]}{dt} = -\frac{d[\sim\text{МАГХ}\sim]}{dx} = K_1 [\sim\text{МАГХ}\sim] [\text{O}_2] \quad (3)$$

Если учесть равновесие (1) в (3):

$$-\frac{d[\sim\text{ГХ}\sim]}{dt} = K_1 K' [\text{КОН}] [\sim\text{ГХ}\sim] [\text{O}_2], \quad (4)$$

где  $[\sim\text{ГХ}\sim]$  и  $[\sim\text{МАГХ}\sim]$  — концентрация гидрохинонных звеньев и их моноанионов соответственно.

Кинетические кривые на начальных стадиях окисления полигидрохинона представлены на рис. 1.

Окисление полимера ускоряется с повышением температуры и начальной концентрации гидрохинонных звеньев. С увеличением концентрации щелочи до определенного значения скорость процесса растет линейно, а дальнейший рост  $[\text{КОН}]_0$  не оказывает существенного влияния. Вероятно, это связано, с одной стороны, с увеличением диссоциации гидрохинонных звеньев, а с другой — с улучшением растворимости полимера в начальных и промежуточных стадиях окисления.

Порядок реакции по начальной концентрации гидрохинонных звеньев равняется единице; зависимость скорости окисления от  $[\sim\text{ГХ}\sim]_0$  описывается прямой линией, проходящей через начальную точку координат (см. рис. 2а).

При  $[\text{КОН}]_0: [\sim\text{ГХ}\sim]_0 \geq 2$  и постоянном давлении кислорода (1 атм) уравнение можно записать следующим образом:

$$-\frac{d[\sim\text{ГХ}\sim]}{dx} = K [\sim\text{ГХ}\sim], \quad (5)$$

где  $K = K_1 \cdot K' \cdot [\text{КОН}] \cdot [\text{O}_2]$

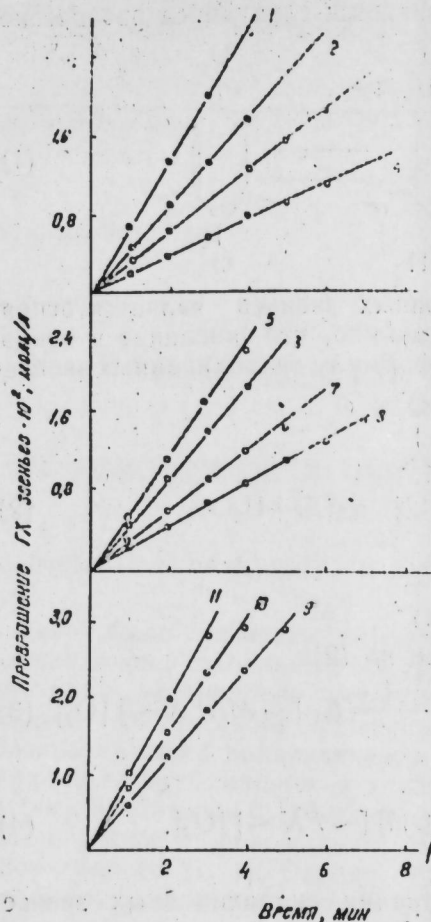


Рис. 1. Кривые изменения концентрации гидрохинонных звеньев в зависимости от времени. Номера кривых соответствуют номерам опытов по таблице.

Условия реакции и некоторые кинетические параметры окисления полигидрохинона в спиртово-щелочной среде

| № опытов | Условия                          |                                  |      | $W_0 \cdot 10^3$<br>моль. л <sup>-1</sup><br>с <sup>-1</sup> | $K^* \cdot 10^4$ , с <sup>-1</sup> |
|----------|----------------------------------|----------------------------------|------|--|------------------------------------|
|          | $(-GX)_0 \cdot 10^2$ ,<br>моль/л | $(KOH)_0 \cdot 10^2$ ,<br>моль/л | Т° К |  |                                    |
| 1        | 9,25                             | 20,83                            | 305  | 10,84  | .                                  |
| 2        | 6,20                             | .                                | .    | 7,52   | .                                  |
| 3        | 4,63                             | .                                | .    | 5,16   | .                                  |
| 4        | 3,10                             | .                                | .    | 3,56   | .                                  |
| 5        | 9,25                             | 11,9                             | .    | 9,56   | .                                  |
| 6        | "                                | 8,9                              | .    | 7,52   | .                                  |
| 7        | "                                | 5,95                             | .    | 5,16   | .                                  |
| 8        | "                                | 3,57                             | .    | 3,7  | .                                  |
| 9        | "                                | 17,87                            | .    | 9,76   | 12,1                               |
| 10       | "                                | .                                | 315  | 12,7   | 15,3                               |
| 11       | "                                | .                                | 325  | 17,0   | 19,2                               |

Примечание: К\* — является брутто-константами скорости реакции.

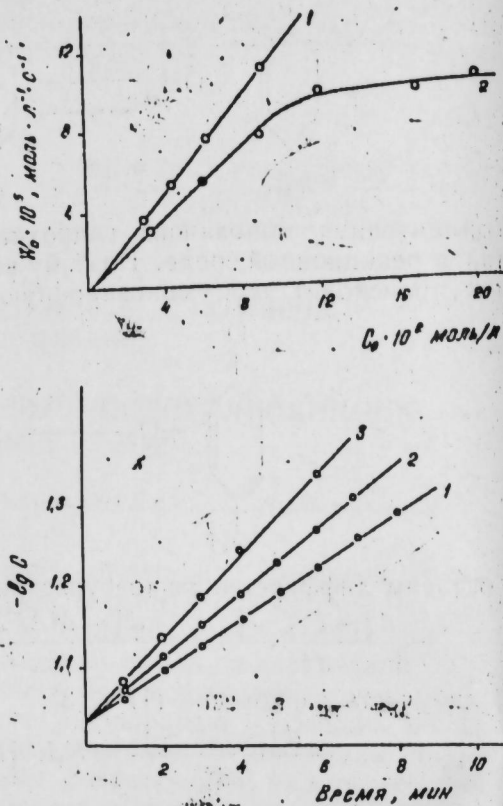


Рис. 2. Кинетика окисления полигидрохинона в спиртово-щелочной среде. а — зависимость начальной скорости ( $W_0$ ) от начальной концентрации гидрохинонных звеньев (1) и щелочи (2); б — зависимость  $-\lg C$  от времени: 1—305 К; 2—315 К; 3—325 К.

Используя интегральную форму уравнения (5), из зависимости  $-\lg [GX]$  от времени (рис. 2б) определяли значение брутто-константы скорости реакции при температурах 305 ÷ 325 К. Энергия активации процесса, равная  $19,25 \cdot 10^3$  Дж/моль, была определена из зависимости  $-\lg K$  от  $1/T$ . Условия окисления и найденные значения кинетических параметров представлены в таблице.

На глубоких стадиях процесса наряду с окислением гидрохинонных звеньев, частично могут протекать процессы рекомбинации и диспропорционирования с участием семихинонных звеньев.

Поэтому соответственные кинетические уравнения и, следовательно, кинетические кривые процесса на глубоких стадиях имеют более сложный характер.

Степень окисления полигидрохинона, определенная по поглощенному кислороду в процессе составляет в зависимости от условий окисления 15–90%. При этом полимер сохраняет растворимость и плавкость. В ИК-спектрах полигидрохинона в зависимости от продолжительности окисления увеличивается относительная интенсивность полосы поглощения хинонных карбонил в области  $1650 \text{ см}^{-1}$ , что свидетельствует о превращении гидрохинонных звеньев в хинонную форму.

#### Литература

1. Ллюгонький Б. И., Рагимов А. В., Берлин А. А., Журнал теоретич. и эксп. химии, 1, 511, 1965.
2. Рагимов А. В., Мамедов Б. А., Ллюгонький Б. И., Меджидов А. А., Видади А. Ю., Исмаилов Ч. О., Азерб. хим. ж., 4, стр. 1980.
3. Худяков И. В., Кузмин В. А., Усп. химии, 44, стр. 1748, 1975.
4. Видади Ю. А., Рагимов А. В., Мамедов Б. А., Мамедов Ф. Ш., Ллюгонький Б. И., ДАН СССР, 253, стр. 135, 1980.
5. Рагимов А. В., Мамедов Б. А., Ллюгонький Б. И., Высокомолек. соедин., А, 19, стр. 2538, 1977.

Институт хлороорганического синтеза

Поступило 29. I 1982

Б. Э. Мамедов, Э. В. Рагимов, С. Э. Гусейнов, Б. И. Ллюгоньки

#### ПОЛИГИДРОХИНОНУН ГЭЛЭВИ МҮНІТДЭ ОКСИДЛЭШМЭСИННИ ГАНУНАУЈҮНЛУГЛАРЫ

Полигидрохинонун спиртл-гэлэви мүнүтдэ оксидеи иштиракла оксидлэшмэ процесини кинетик ганунаујунлулары өршилмишир. Мүэјән едилмишир ки, процес гидрохинон звеналарынын гатылыгына көрө биринчи тәртибэ маликдир. Системдэ гэлэвини гатылыгыны мүэјән гилмэтэ кими артмасы процесини сүр'этинин биринчи тәртиблэ артмасына сәбәб олур, онун сонраки артымы нәээрә чарпан дэјиниклик јаратмыр. 305–325 К температурларында брутто-сүр'әт сабитларини гилмәтләри мүэјән олунмушир. Процесини активләшмэ енејгиси  $19,25 \cdot 10^3$  чоул/мол-дур. Оксидләшмэ заманы полигидрохинон һәлләлмә вә әримә хәссәләрини итирмир.

B. A. Mamedov, A. V. Ragimov, S. A. Guseinov, B. I. Liogonky

#### SOME REGULARITIES OF POLYHYDROQUINONE OXIDATION IN ALKALI MEDIUM

The kinetics regularities of polyhydroquinone oxidation process by oxygen in alcohol-alkali medium were studied. It is found that the process has the first order according to hydroquinone links. The increase of alkali concentration up to certain value in the system leads to the rise of process rate according to the first order. The further increase of concentration has no effect. The values of reaction rate constants were determined at 305–325 K. The activation energy of the process is found to be  $19,25 \cdot 10^3$  J/mole.

In the course of oxidation polyhydroquinone maintains its solubility and fusibility.

А. Г. ХАЛИЛОВ, Л. А. ПОРОШИНА

**К СТРАТИГРАФИИ НИЖНЕГО МЕЛА МЕЖДУРЕЧЬЯ  
КАРАЧАЯ И БАБАЧАЯ НА СЕВЕРНОМ СКЛОНЕ  
БОЛЬШОГО КАВКАЗА**

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

Нижнемеловые отложения на северном склоне Большого Кавказа имеют довольно широкое распространение. Выходы их занимают обширные площади, принимая участие в строении Шахдагско-Хизинского синклинория и Теңгинского-Бешбармакского антиклинория. С северо-запада на юго-восток эти отложения претерпевают значительные фациальные изменения и отличаются непостоянством мощностей.

В настоящей статье рассматриваются распространение, стратиграфия и литофациальная характеристика нижнего мела вышеуказанных структур в пределах междуручья Карачая и Бабачая.

Проведенные здесь палеонтолого-стратиграфические наблюдения (1978—1980 гг.) позволили не только дополнить данные предыдущих исследователей в части обоснования выделения отдельных ярусов нижнего мела, но и дать их более детальное расчленение.

В этом районе наиболее полный разрез нижнего мела наблюдается на северной окраине сел. Рюк. Здесь, на р. Карачай, вниз по течению последней к мощной серии юрских терригенных пород приклонен глинисто-песчано-мергельный комплекс нижнемеловых отложений. Ниже приводится описание разреза их (снизу вверх).

**Готерив**

1. Серые, темно-серые конгломератобрекчии, состоящие из обломков и глыб известняков и песчаников различных размеров. Цемент состоит из сланцеватых глинисто-песчанистых пород. Мощность 25 м.

2. Темно-серые тонкослоистые оскольчатые ожелезненные глины с редкими прослоями серых, с поверхности бледно-серых мергелей с готеривским комплексом микрофауны: *Trochammina subdepressa* Antonova, *Guttulina pseudohauterivica* (Tairov), *Conorbina incognita* sp. nov. (in coll.). Мощность 30 м.

3. Задернованный участок. „Окнами“ выступают серые, темно-серые листоватые глины. Мощность 20 м.

4. Серые, темно-серые листоватые, иногда плотные глины. Встречаются включения ожелезненных мергельных конкреций. Мощность 45 м. Общая мощность 120 м.

**Нижний баррем**

5. Серые тонкослоистые оскольчатые листоватые, часто ожелезненные глины с прослойками серовато-бурых ожелезненных мерге-

лей. Встречен нижебарремский комплекс фораминифер: *Trochammina subdepressa* Antonova, *Discorbis agalarovae* Antonova, *D. varius* Poroschina. Мощность 50 м.

6. Чередование желтоватых, зеленовато-серых, бурых песчанистых глин с пропластками зеленоватых мергелей. Встречена микрофауна: *Discorbis varius* Poroschina, *D. globigeriniformis* Poroschina, *Gavelinella barremiana* (Betten.), *Globuligerina tardita* (Antonova), *Palaeopatlina aptica* (Agalarova). Мощность 50 м.

7. Чередование зеленовато-серых, желтоватых, буроватых глин с прослоями светло-серых крепких звонких песчанистых мергелей. В глинах обнаружена микрофауна: *Quinqueloculina problematica* (Agalarova), *Discorbis globigeriniformis* Poroschina, *D. kelevudagensis* Poroschina, *D. agalarovae* Antonova, *D. varius* Poroschina, *Mychostomina deplanata* Poroschina, *Turrispirillina simplex* Antonova, *Palaeopatlina aptica* (Agalarova). Мощность 43 м. Общая мощность 143 м.

**Верхний баррем**

8. Серые, зеленовато-серые глины с отдельными конкрециями и прослоями ожелезненных рассычатых мергелей. Встречаются устрицы плохой сохранности. Фораминиферы представлены верхнебарремским комплексом: *Trochammina subdepressa* Antonova, *Lenticulina golubiatnicove* (Agalarova), *L. azerbaijanica* (Agalarova), *L. kelevudagica* sp. nov. (in coll.). Мощность 30 м.

9. Зеленоватые слоистые жирные глины, лишенные макро- и микрофауны. Мощность 53 м. Общая мощность 83 м.

Эти глины южнее сел. Будуг приходят в тектонический контакт с верхнемеловыми (турон-коньякскими) отложениями.

**Апт—альб (?)**

10. По данным Б. В. Григорьянца и А. М. Шурыгина [1], несколько восточнее от маршрута описания разреза, между р. Карачай и Согюбским утесом, выше описанной барремской глинистой толщи лежат кирпично-красные, иногда сиреневые глины с охристыми налетами ярозита. Здесь собрана фауна: *Mesohiboeites cf. elegans* Schwetz., *M. abkhaslaensis* Krimh., *Neohibolites ewaldi* Stromb., *N. wollemanni* Stoll., *N. minimus* (?) O Stoll. Мощность 20—30 м. Выше следуют, по их же данным, сеноман-туронские отложения.

Интересно отметить, что в треугольнике сел. Рюк, Будуг и Согюб, ближе к последнему, в поле развития глинисто-песчанистых отложений готерив-баррема „торчит“ так называемый Согюбский утес, который, по данным Б. В. Григорьянца и А. М. Шурыгина [1], имеет размеры 1,2×0,5 км и сложен светло-серыми органогенными известняками. Из этих известняков Г. К. Касимовой собрана моллюсковая фауна, состоящая из *Euthymiceras transfigurabilis* (Bogosl.), *Salinea soloviensis* (Pcel.), *Trochoptygmatis neisatzensis* (Fogdt.), *Upella turrita* (Pcel.), *Triptyxis corpulensis* (Pcel.), указывающих на присутствие в составе утеса берриаса [5].

Кроме того, рассматривая разрез нижнего мела района сел. Рюк, необходимо учесть то обстоятельство, что, возможно, берриас—валанджин и низы готерива здесь срезаны тектоническим разломом. В

таком случае эта часть разреза может быть восполнена привлечением данных о соответствующей части разреза соседнего района. Здесь от правого притока р. Карачай до сел. Ерфи на р. Бабачай тянется узкая полоса выходов карбонатно-терригенных отложений берриасваланжина, залегающих в основании нижнего мела.

Представлены они здесь флишонидным чередованием светло-серых, местами зеленоватых тонкослоистых плитчатых, то пелитоморфных, то кристаллических, часто песчаных известняков, известковистых песчаников с редкими прослоями мергелей. В нижней части толщи встречаются прослой глины и берриасская фауна: *Fauriella incomposita* (Ret.), *Delphinella obtusenodosa* (Ret.), *Punctaptychus malbosii* (Pict.), *P. imbricatus* Meyer, *Globospirillina neocomiana* (Moullade). Мощность 180 м.

Выше по разрезу эти отложения становятся более глинистыми и содержат в нижней части (80 м) нижневаланжинскую ассоциацию микрофауны: *Gaudryina aculeata* Chalilov, *Marssonella pseudocostata* Antonova, *Lenticulina eichenbergi* Bart. et Brand, *Neobullimina inversa* Anton. et Gned., *Globospirillina neocomiana* (Moull.), а в верхней части (90 м)—верхневаланжинский комплекс фораминифер: *Glomospirella gaultina* (Berthelin), *Haplophragmoides sublimis* Anton., *Trochammina subdepressa* Anton., *Marssonella pseudocostata* Anton., *Lingulina trilobitomorpha* Pathy.

Расчленение нижнемеловых отложений в районе исследований обосновывается фаунистически.

Берриасский возраст флишонидной толщи, выраженной чередованием известняков и песчаников с редкими прослоями мергелей и глины, устанавливается по наличию берриасского комплекса фауны: *Fauriella incomposita* (Ret.), *Delphinella obtusenodosa* (Ret.), *Punctaptychus malbosii* (Pict.), *P. imbricatus* Meyer, обнаруженной в районе сел. Ерфи.

Вышележащая более глинистая часть светло-серого карбонатного флиша, содержащая микрофауну—*Gaudryina aculeata* Chalilov, *Marssonella pseudocostata* Anton., *Lenticulina eichenbergi* Bart. et Brand, *Neobullimina inversa* Anton. et Gned., *Globospirillina neocomiana* (Moull.) в нижней части (80 м) и *Glomospirella gaultina* (Berthelin), *Haplophragmoides sublimis* Anton., *Trochammina subdepressa* Anton., *Lingulina trilobitomorpha* Pathy в верхней части (90 м), отнесена к валанжину. Стратиграфическая приуроченность приведенных видов фораминифер к валанжину подтверждается совместным нахождением их с валанжинской моллюсковой фауной в других ранее изученных разрезах Хизинского синклинория [2].

Готеривский возраст темно-серых глины с прослоями мергелей, листоватых глины и мергельных конкреций определяется нахождением обедненной ассоциации фораминифер: *Trochammina subdepressa* Anton., *Guttulina pseudohauterivica* (Tair.), *Conorbina incognita* sp. nov.. Первый из указанных видов распространен от верхнего валанжина до баррема включительно. *Guttulina pseudohauterivica* (Tair) характерна для нижнего готерива, а *Conorbina incognita* sp. nov., появляясь в верхнем готериве, переходит и в покрывающие отложения баррема. Совместное нахождение этих видов позволяет вмещающие их отложения отнести к готериву.

Переход от готерива к баррему знаменуется появлением разнообразных роталонидных, в том числе и планктонных, фораминифер,

Встреченные в серых, часто листоватых песчаных глинах фораминиферы *Discorbis agalarovae* Antonova, *D. varius* Poroschi, *D. globigeriniformis* Poroschi, *D. kelevudagensis* Poroschi, *Gavellinella barmemiana* (Bett.), *Globuligerina tardita* (Anton.) надежно датируют нижнебарремский возраст вмещающих отложений.

Верхний баррем выделяется по появлению характерных верхнебарремских видов—*Lenticulina kelevudagica* sp. nov., *L. golubjatnicovi* (Agal.), *L. azerbaijanica* (Agal.).

Эти виды имеют широкое распространение на юго-восточном Кавказе и дают возможность проведения надежной корреляции верхнебарремских отложений.

В бассейне р. Карачай в районе Согюбского утеса к апту отнесена маломощная (23—30 м) пачка кирпично-красных глины с *Mesohilbolites* cf. *elegans* Schwetz., *M. abchaslaensis* Krimh., *Neocibolites ewaldi* Stromb., *N. wollemanni* Stoll., являющимися характерными формами для аптского яруса.

#### Литература

1. Григорьянц Б. В., Шурыгин А. М. Уч. зап. АГУ им. С. М. Кирова" № 5, 1961.
2. Порошина Л. А. ДАН Азерб. ССР, т. XX, 3, 1964.
3. Халилов В. Е., Шарданов А. Н. В кн.: Материалы по геологии Северо-Восточного Азербайджана. Изд. АН Азерб. ССР, Баку, 1957.
4. Халилов А. Г. Стратиграфия нижнемеловых отложений юго-восточного окончания Большого Кавказа. Изд. АН Азерб. ССР, Баку, 1965.
5. Халилов А. Г., Алиев Г. А. В кн.: Геология СССР, т. XLVII. Изд-во "Недра", М., 1972.

Институт геологии

Поступило 9. IV 1981

Э. Н. Халилов, Л. А. Порошина

#### БӨЛҮК ГАФГАЗЫН ШИМАЛ ЖАМАЧЫНДА ГАРАЧАЈ ВӘ БАБАЧАЈ ЧАЈЛАРЫ АРАСЫНДА АЛТ ТӘБАШИРИН СТРАТИГРАФИЈАСЫ ҲАГГЫНДА

Мәғаләмә Гарачај вә Бабачај чајлары арасында (олан алт тәбашир чөкүнтүлэри инн стратиграфијасы вә литофасијасындан бәһс олуур.

Тәдгигат нәтижәсиндә мүүҗән едилмишдир ки, бурада фауна әсасән берриас-валанжин, хотерив, алт вә үст баррем вә алт мәртәбәләрә ајрылыр. Бу да һәммин чөкүнтүлэри башга рајонлардакы һәмјашлы чөкүнтүләрә мүүҗәһисә етмәјә имкан верир.

A. N. Khalilov, L. A. Poroshina

#### TO THE STRATIGRAPHY OF THE LOWER CRETACEOUS OF THE INTERFLUVE OF KARACHAI AND BABACHAI ON THE NORTHERN SLOPE OF THE MAJOR CAUCASUS

Spreading, stratigraphy and lithofacial character of the lower Cretaceous within the limits of interfluvium of Karachai and Babachai are considered in this article.

As a result of the paleontological-stratigraphic investigations separation of Berrias, Valangen, Hoteriv, lower and upper Barrem, Apt is based faunistically, which gives an opportunity to carry out the wide correlation of these deposits.

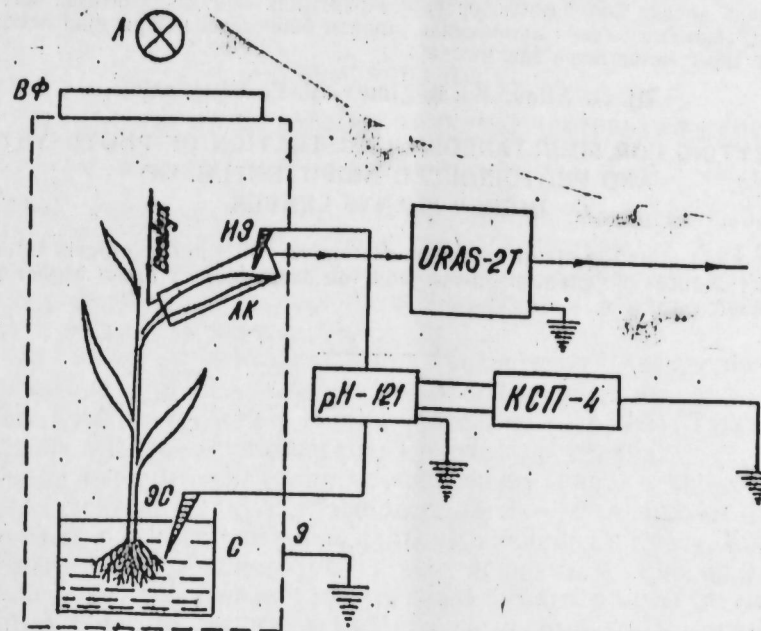
Акад. Д. А. АЛИЕВ, В. И. РАГИМОВ, В. Ф. АДЫГЕЗАЛОВ

**УСТАНОВКА ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ  
ФОТОСИНТЕЗА И ФОТОИНДУЦИРОВАННОГО  
БИОПОТЕНЦИАЛА У ЛИСТЬЕВ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ**

Биоэлектрическая реакция растений на световое воздействие — фотоиндуцированный биоэлектрический потенциал (ФИБЭП) — привлекала и привлекает внимание исследователей прежде всего в связи с попытками связать ФИБЭП с процессами фотосинтеза. Однако несмотря на то, что довольно большое количество работ посвящено данному вопросу, полученные данные носят косвенный характер [1, 2, 3, 4, 5]. Доказательство того, что между ФИБЭП и фотосинтетическими процессами существует прямая связь, позволило бы использовать характеристики фотоиндуцированного сигнала в качестве информации о фотосинтетических процессах. В связи с этим была поставлена задача разработать методику позволяющую одновременно измерять как интенсивность фотосинтеза, так и параметры ФИБЭП на одном и том же листе интактного высшего растения.

Нами был разработан оригинальный метод и собрана установка, с помощью которой регистрировали параллельное изменение интенсивности фотосинтеза и ФИБЭП у листа, не отделяя его от растения, чтобы не нарушить нормальное течение физиологических процессов. В экспериментах использовали пшеницу сортов Овначик-65, Шарк и кукурузу сорта Улучшенный Закатальской, выращенных в полевых условиях. Блок-схема одновременной регистрации параметров ФИБЭП и интенсивности фотосинтеза приведена на рисунке. Для измерения интенсивности фотосинтеза у листьев разного возраста были изготовлены герметичные листовые камеры (ЛК), объем которых позволяет обеспечить оптимальные условия для снабжения воздухом опытного листа и тем самым создать условия в ЛК, приближенные к естественным условиям. Интенсивность фотосинтеза опытного листа измеряли с помощью инфракрасного газового анализатора типа ИРАС-2Т, снабженного самописцем. Отведение ФИБЭП от этого же листа осуществлялось с помощью неполяризующихся хлорсеребряных электродов. Электрод сравнения (ЭС) помещали в раствор, омывающий корень (водопроводная вода), а измерительный электрод (ИЭ) контактировал с поверхностью опытного листа. ИЭ располагается так, что не нарушается равномерное освещение поверхности опытного листа. Электроды соединяли с усилителем постоянного тока, в качестве которого использовали рН-метр милливольтметр рН-121. Усилитель подключали к самописцу потенциометру КСП-4. Для экранирования от воздействия внешних электромагнитных полей объект вместе с электродами помещали в заземленную металлическую камеру (Э), потолком которой служила металлическая сетка, источник света —

две зеркальные лампы накаливания (Л) мощностью 500 Вт, расположенные над камерой. Тепловое излучение поглощалось водяным фильтром (ВФ) толщиной 10 см, интенсивность светового потока на уровне опытного листа составляла 180 Дж.м<sup>-2</sup>.сек



Блок-схема одновременной регистрации ФИБЭП и интенсивности фотосинтеза: Л—источник света; ВФ—водяной фильтр; ИЭ—измерительный электрод; ЭС—электрод сравнения; ЛК—листовая камера; рН-121—усилитель постоянного тока; КСП-4—самописущий потенциометр; ИРАС-2Т—инфракрасный газоанализатор; Э—экран; Н—сосуд с водопроводной водой.

С помощью данной установки исследовано влияние изменения освещенности листа и действия ингибиторов метаболических процессов на фотосинтез и ФИБЭП. Показано существование тесной корреляции фотоиндуцированных сигналов с фотосинтетическими процессами в листе.

Литература

1. Адыгезалов В. Ф., Гродзинский Д. М. «Физиол. и биохимия культ. раст.», 8, 6, 601, 1976.
2. Junge W. Ann. Rev. Plant Phys., 28, 503, 177.
3. Алиев Д. А., Адыгезалов В. Ф. «Изв. АН Азерб. ССР, серия, биол.», № 3, 29, 1980.
4. Светозависимая биоэлектрическая активность листьев растений. Свердловск, 1980.
5. Ремиш Д., Булычев А. А. «Физиол. растений», 28, 4, 711, 1981.

АзНИИ земледелия

Поступило 16. XI 1981.

Ч. Ә. Әлијев, В. И. Рәһимов, В. Ф. Адыгезалов

АЛИ БИТКИЛӘРИН ЈАРПАҒЫНДА ФОТОСИНТЕЗИН  
ИНТЕНСИВЛИЈИНИ ВӘ ФОТОБИОПОТЕНЦИАЛЛАРЫ  
ЕЈНИ ЗАМАНДА ӨЛЧМӘК ҮЧҮН ГУРҒУ

Мәғаләдә интакт али биткиләрин ејни жарпағында һәм фотосинтезин интенсивли-  
јини, һәм дә ишығын тәсири нәтижәсиндә јаранан биопотенциаллары ејни заманда өлч-  
мәјә имкан верән метод шәрһ едилмишдир.

Dj. A. Aliev, V.I. Ragimov, V. F. Adygezalov

THE SETTING FOR SIMULTANEOUS REGISTRATION OF PHOTOSYNTHESIS  
AND PHOTOINDUCED BIOPOTENTIAL OF  
HIGHER PLANTS LEAVES

The method allowing simultaneous measurement of photosynthesis intensity as  
well as photoinduced biopotential on one and the same leaf of intact higher plant has  
ben described.

АЗӘРБАЈҶАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҪУЭЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД

№ 8

1982

БОТАНИКА

М. А. РАГИМОВ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ КУРКУМЫ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

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

Куркума, или турмерик *Curcuma longa* L. из семейства имбирных —  
*Zingiberaceae*, — однолетнее травянистое растение (рис. 1). Его корневая  
система состоит из утолщенного корневища и шнуровидных корней. Сте-  
бель заменяет два ряда черешков листьев. Листья овально-удлиненные,  
соцветия колосья. Семена мелкие.

Родина куркумы — Южная Азия, тропическая Австралия, Малай-  
ский архипелаг и др. В настоящее время она в природных условиях от-  
сутствует. Культивируется в Индии, Китае, на островах Тайвань, Ява,  
Малагаскар, в Иране, Афганистане, Турции и др. странах.

Урожаем куркумы являются ее корневища (рис. 2). Она содержит  
крахмал, краситель куркумин, эфирные масла — фелландрин и турми-  
рол, щавелевую кислоту, известь, кальций, алкалоид и омоло. Корневища  
в восточных странах используются как пряность, в Европе и США —  
для производства реактивов и турмерковой бумаги, в качестве красителя  
для пищевых продуктов, приправы к мучным, рыбным и мясным блю-  
дам. Эфирное масло используется в парфюмерной промышленности, в  
18 странах мира является сырьем для изготовления различных лекарст-  
венных препаратов. Н. Щеглов [1], Ф. И. Ибрагимов и В. С. Ибрагимова  
[2] указывают, что куркума используется для лечения, ран, гемороя,  
псориаза, лишая, язвы желудка, останавливает кровотечения, дей-  
ствует как стимулирующее, тонизирующее, болеутоляющее средство и  
как регулятор обмена веществ. В СССР используется чехословацкий  
лекарственный препарат «хологол», изготовленный из куркумы, излечи-  
вающий болезни печени и желчных путей. Куркума размножается кор-  
невищами (рис. 3).

Куркума в СССР впервые была интродуцирована из Индии в Су-  
хумское отделение ВИРа в 1930 г. Здесь и в Кабулетн ЗОС ВИЛАРа  
изучены некоторые вопросы ее агротехники, затем эта культура была  
забыта. В Грузии куркума как пряное растение не используется. Однако  
издавна порошок из корневища куркумы под названием «сарыкек»  
широко используется в Азербайджане. Его все время завозили из Ирана.  
О культивировании куркумы в Азербайджане нам найти сведений не  
удалось.

А 1972 г., будучи в Сухумской опытной станции ВИРа, я получил от  
профессора Н.А. Фогеля немного корневищ-пальцев куркумы и стал  
заниматься ее интродукцией в Азербайджане. За истекшее время на  
Апшероне, Алибайрамлах, Дивичах и Ленкорани произвели геопосадку  
куркумы. При этом за основу брали агротехнику, разработанную Боке-  
ревой, Гогиберидзе и Фогелем [3]. Одновременно в Ботаническом саду  
Института ботаники АН Азерб. ССР изучали некоторые эколого-биоло-  
гические особенности куркумы в условиях сухих субтропиков Азербай-

джана. Изучали способы посадки, полив, уход, хранение корневищ и ряд вопросов агротехники.

Наблюдения показали, что с момента засыхания листьев куркумы ее корневища (с начала ноября) уходят на покой. Начиная с конца февраля

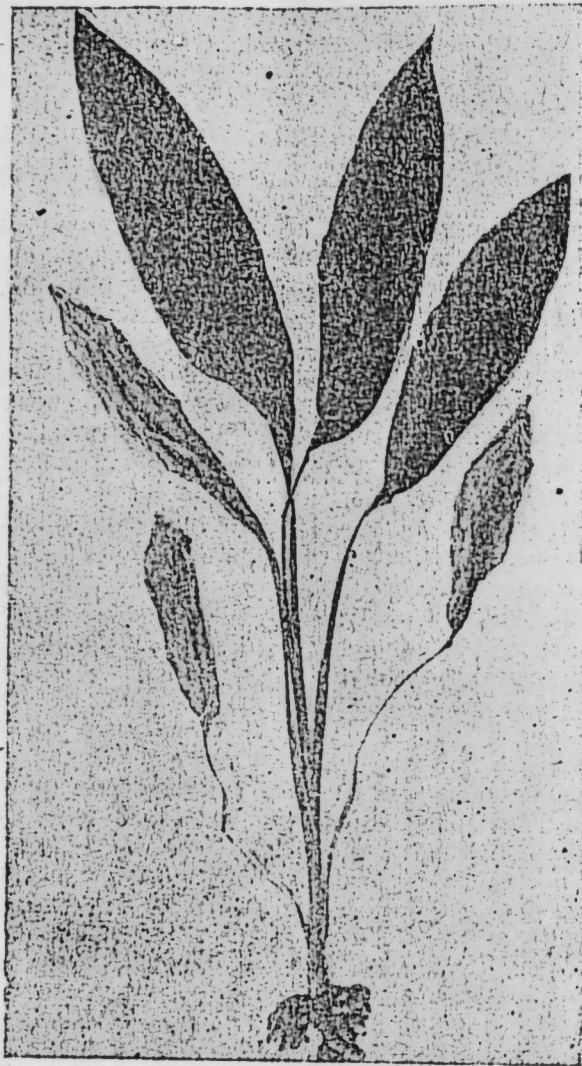


Рис. 1. Куркума—*Curcuma longa* L.

на таких корневищах одна почка набухает. При температуре около 20°C во влажной среде эта почка вырастает в росток, а затем в междоузлие, у которого формируются листья, а из основания выходят придаточные корни (рис.4). Это междоузлие превращается в корневище округло-яйцевидной формы. По мере поступления в корневище питания на нем нарастают отростки — пальцы корневища I-IV порядка (рис. 3). Осенью листья куркумы засыхают и новые корневища так же уходят на зимний покой. Прохождение фенофазы и этапы роста сильно зависят от условий произрастания. Результаты наших наблюдений за ростом куркумы в некоторых районах Азербайджана приведены в таблице,

Набухшие почки в сухой почве не прорастают, а во влажной почве они за 3—5 дней превращаются в росток. У корневищ с набухшей почкой листья появляются при посадке в начале мая — через 30 дней, а у

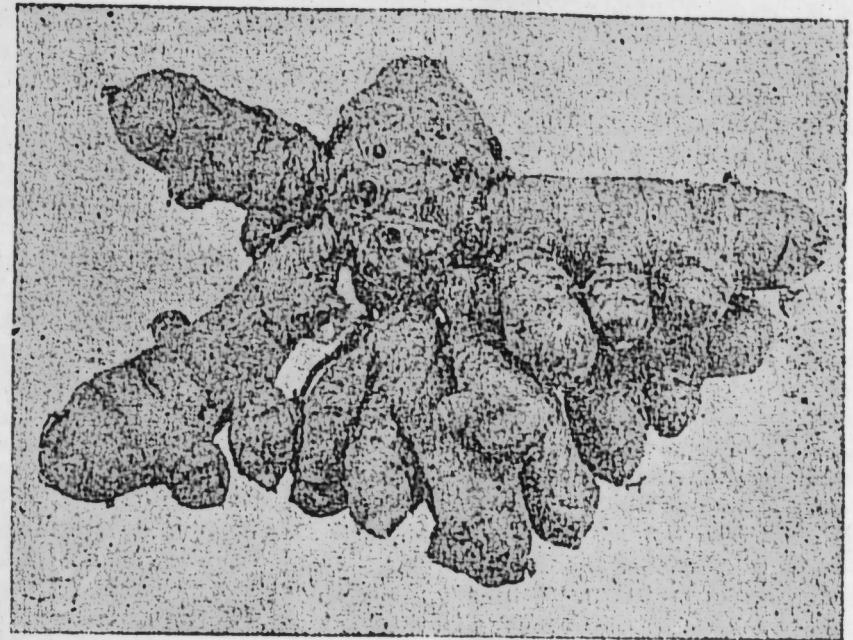


Рис. 2. Корневище куркумы.

посаженных после 15 мая — через 12 дней. Пробужденные корневища во влажных почвах даже при 12° тепла хранить нельзя они обязательно



Рис. 3. Отростки-пальцы корневища куркумы.

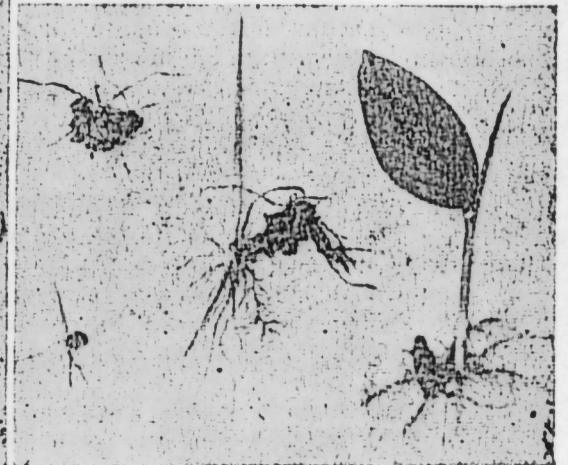


Рис. 4. Развитие и формирование растения куркумы.



будут расти, а в сухих почках они не растут даже при 20° С. Исходя из вышесказанного, мы определили приемы посадки, уборки и хранения посадочного материала, отвечающие требованиям планового хозяйства в субтропических районах Азербайджана.

Под посадку куркумы следует отвести ровный участок, свободный от сорняков, с легкой и богатой гумусом почвой. Основная вспашка должна быть зяблевая на глубину 28—30 см. Весной, в первых числах апреля, этот участок нужно поливать и спровоцировать сорняки, чтобы они проросли. Как только участок зазеленеет, необходимо перепахать его второй раз на глубину 18—22 см и бороновать в два следа. Корневища и корнеопрысковые сорняки обязательно вручную собрать с участка. Затем на расстоянии 35 см друг от друга проводят борозды глубиной 10—15 см. Потом следует через одну класть в борозды отрезки корневища на расстоянии 35 см друг от друга и засыпать слоем земли 7—10 см. После посадки проводят обычный полив. Уход за плантацией заключается в систематическом поливе (в мае—2 раза, июне—августе—по 3 и в сентябре—октябре—по 2 раза), прополке сорняков и рыхлении рядов. Куркума очень отзывчивая на удобрения.

Когда наземная часть куркумы засохнет, ее обязательно следует выкопать. Выкопанные растения нужно собрать в сарай, листья срезать и расстелить для просушки, корневища освободить от остатков земли, удалить с них все корешки, оставить очищенные корневища со всеми ярусами пальцев. Затем необходимо обеспечить хранение корневищ в зимний период. Для этого самыми удобными являются стеллажи шириной 100 см и глубиной 20 см (длина неограничена). На дно таких ящикообразных стеллажей следует засыпать около 5 см слегка влажного песка, затем послойно чередовать корневища с песком, которые сверху также засыпаются песком. Таким способом следует обеспечить сохранность корневищ куркумы. Высохший в стеллажах песок заново увлажнять не следует. В хранилищах температура должна быть в пределах 5—10° тепла, температура ниже 0° губительно действует на корневища куркумы. Весной, в день посадки, корневища выбирают из стеллажей и группируют. Мелкие отростки и нездоровые части обламываются и используются для приготовления порошка, а хорошие, крупные экземпляры идут на посадку.

С одного гектара можно собрать три тонны свежих корневищ, из которых можно получить до 5,0 ц сухого молотого порошка — «сары-кек» для использования в пищевой промышленности.

В 1976 г. в Апшеронском совхозе субтропических культур было начато размножение куркумы в производственных целях. В результате выяснилось, что:

1. В низменных районах Азербайджана в открытом грунте в орошаемых условиях куркуму можно выращивать и получать товарную продукцию — корневища.

2. Корневища куркумы следует сажать в начале мая, выкапывать в начале ноября. Посадочный материал — корневища в зимнее время следует хранить в слегка увлажненном песке в прохладном (5—10°) помещении.

3. На 1 га площади нужно сажать около 40 тыс. отрезков корневищ — на расстоянии 75 см в междурядье и 35 см между растениями в ряду.

4. Урожай колеблется от 3,5 до 5 ц/га сухих корневищ и зависит от качества посадочного материала, условий произрастания, ухода за растениями и сбора корневищ без потерь.

Даты прохождения отдельных фенофаз корневищ куркумы в разных районах Азербайджана

| Наименование фенофазы                          | Даты прохождения фенофаз                                  |          |             |          |         |          |         |          |
|--|---|----------|-------------|----------|---------|----------|---------|----------|
|  | Ленкорань   |          | Алибайрамлы |          | Апшерон |          | Дивичи  |          |
|  | Начало  | Конец    | Начало      | Конец    | Начало  | Конец    | Начало  | Конец    |
| Дата посадки корневищ                          | 4. V  | —        | 5. V        | —        | 6.      | —        | 7. V    | —        |
| Отрастание ростка корневищ                     | 14. V   | 15. VI   | 19. V       | 15. VI   | 17. V   | 20. VI   | 20. V   | 25. VI   |
| Отрастание придаточных корешков                | 27. V   | 1. IX    | 24. V       | 1. IX    | 27. V   | 1. X     | 31. V   | 1. IX    |
| Отрастание первого листа                       | 12. VI  | 22. VI   | 6. VI       | 15. VI   | 12. VI  | 23. VI   | 10. VII | 26. VI   |
| Отрастание II листа                            | 9. VII  | 16. VII  | 10. VII     | 16. VII  | 12. VII | 5. VIII  | 15. VII | 6. VIII  |
| Отрастание III листа                           | 9. VIII   | 20. VIII | 5. VIII     | 23. VIII | 8. VIII | 25. VIII | 11. VII | 25. VIII |
| Утолщение круглого корневища                   | В основном начинается с 15. VI и продолжается до 15. VIII |          |             |          |         |          |         |          |
| Отрастание от корневища пальцев I порядка      | Начало с 15. VIII, продолжается до засыхания листьев      |          |             |          |         |          |         |          |
| Отрастание от корневища пальцев II порядка     | Начало с 15. IX, продолжается до высыхания листьев        |          |             |          |         |          |         |          |
| Отрастание от корневища пальцев III порядка    | Начало в октябре, продолжается до засыхания листьев       |          |             |          |         |          |         |          |
| Прекращение роста корневищ и засыхание листьев | 1. XI   | 10. XI   | 5. XI       | 15. XI   | 25. X   | 10. XI   | 1. XI   | 5. XI    |

5. Помимо внедрения куркумы в Апшеронском совхозе субтропических культур, посадочный материал куркумы нами передан также Мардакянскому дендропарку, Керарскому опорному пункту, Нахичеванскому научному центру и кафедре ботаники АСХИ для форсирования размножения куркумы в Азербайджане.

#### Литература

1. Щеглов Н. Хозяйственная ботаника, т. I, стр. 40. СПб., 1828. 2. Ибрагимов Ф. И., Ибрагимова В. С. Основные лекарственные средства китайской медицины. Медгиз. 1960. 3. Бокерева Л. И., Гогиберидзе А. А., Фогель А. Н. Культура куркумы в советских субтропиках, «Агробиология», № 4, 1958.

Институт ботаники

Поступило 2. VII 1981

М. Э. Рахимов

#### САРЫКӨК БИТКИСИНИН АЗЭРБАЙҶАНДА БЕЧЭРИЛМƏСИНИН НƏТИЧƏЛƏРИ

Сарыкөк биткиси бириллик биткидир. Оуну көкүмсовларындан дарман, ефир жагы, бојаг вэ тоз халында эдвијат алыныр.

АзербайҶанда сарыкөк эн чох хөрәкләрэ гатылыр. Оуну вэтэни Асијанын чэнуби-шәрғидир (Чин, Индијстан, Миср, Иран вэ с.). ССРИ-дэ бу битки бечэрилмир. АзербайҶанда бу битки 1971-чи илдэн бечэрилыр. Бунун үчүн ону Абшерон, Ленкэран, Эли Бајрамлы, Давэчи, Күрдэмир, Нахчыван МССР вэ башга рајонларда сынагдан кечириб мүэјјэн етдик ки, сарыкөкү АзербайҶанын аран рајонларында ачыг тарлада суварма илэ бечэрмәк олар. О, бурада бир гектар саһадэн 3—5 сентнер гуру көкүмсов мәнсулу верир.

Һал-һазырда бу битки Абшерон рајонунун субтропик биткиләр сөвхозунда бечэрилр вэ артырылыр.

## THE RESULTS OF TURMERIC INTRODUCTION IN AZERBAIJAN

The results of turmeric introduction—*Curcuma longa* show that in lowland regions of Azerbaijan in the open soils in the irrigated conditions the turmeric can grow and receive trade production—rhizome.

The rhizomes are planted in May, and dug up in November. The planting material can be kept in fresh locations in a slightly wet sand. 3.5—5 centners of dry rhizomes are taken from 1 ha.

(930,8(479.24))

З. А. БУНИАТ-ЗАДЕ, Р. Ф. БАДИРБЕЯЛИ

## ХРАМ ОГНЯ АТЕШГЯХ В ОПИСАНИИ ПОЛЯКОВ (XIX в.)

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

Выходы горючих газов в Атешгях (в Сураханах, Апшеронский п-ов) являются одним из грандиозных феноменов, природы, уже с начала XVIII в. нашедших отражение как в дневниках, записках и трудах многих посетивших их путешественников и естествоиспытателей, миссионеров и писателей, художников и поэтов, купцов и просто образованных людей, так и в ряде работ, авторы которых были настолько поражены рассказами об этих «вечных огнях», что оставили их красочные описания со слов очевидцев.

После преобразования храма Атешгях в филиал Государственного историко-архитектурного музея-заповедника и завершения в 1969 г. его реставрации, храм превратился в один из центров посещения отечественных и зарубежных туристов. В экспозиции к истории храма имеется специальный список «Ученые и путешественники XVII—XIX вв., побывавшие в Атешгях», содержащий 39 фамилий, из которых 3 приходится на XVII в., 7—на XVIII в., 28 на XIX в., а одно даже на XX в. Первым в списке приведен голландец (моряк Ян Стрейс, 1671 г.) и последним—американец (ученый В. Джексон, 1903 г.), национальность одного посетителя не указана (Страковский, 1866 г.), а из 36 остальных 16 русских, по 7 англичан и немцев и 6 французов.

Храм огнепоклонников Атешгях подробно описан в 1925 г. в статье В. М. Сысоева [2], поэтому мы не будем останавливаться на нем.

Настоящая работа посвящена трем выявленным нами и не учтенным в указанном списке посетителям полякам — Михалу Анджейковичу, Матеушу Гралевскому и Эдварду Струмифу, посетившим Атешгях в XIX в. во время ссылки на Кавказ и оставившим из данных на польском языке воспоминаниях интересные описания храма и живших в нем огнепоклонников.

М. Анджейкович<sup>1</sup>, посетивший с переводчиком Атешгях 16 (28) апреля 1844 г., указывает [3], что «в Бакинской провинции есть еще и другие огни, называемые малыми, которые гаснут от дождя и снега, что никогда не случается с огнями Атешгях» (3, стр. 132).

<sup>1</sup> Михал Анджейкович (год рождения, установить не удалось, скончался в 1861 г.) был сослан на Кавказ в 1838 г. по известному делу Шимона Конарского—организатора тайного общества «Союз польского народа», в который входил и ряд русских офицеров. Можно полагать, что к 1844 г. он дослужился до офицерского чина, что дало ему возможность более свободно разъезжать по Азербайджану и посетить Атешгях. В 1859 г. им в Варшаве был опубликован двухтомник «Кавказские очерки», в котором посещение Атешгяха описано на страницах 132 и 135—142.

Подъехав к 16-ти горящим очагам, «выбивавшимся прямо из земли не далее как в нескольких десятках саженей от святыни», он «решил самолично убедиться, можно ли разжечь огонь на совершенно новом месте? Выверлив около себя палкой яму глубиной с четверть локтя, я зажег у другого очага клочок бумаги и приложил ее к свежеврытой ямке. Газ сразу загорелся. Значит таким образом получают большие и малые огни» (3, стр. 135).

Подробно описав пятиугольный храм, напомнивший ему каравансарай, он подчеркивает, что на центральном алтаре «имеется санскритская надпись, гласящая для всех счастливых, кто сумеет прочесть ее, что постройки в Атешгях начались в 1868 г. индийского летоисчисления, т. е. в 1810 г. по нашему... До этого почитатели огня жили раздельно, кто как мог; нынешнее же святилище построено на деньги Собра-Могундаса — почитателя огня, занимавшегося торговлей и скончавшегося в Баку» (3, стр. 136).

Обстоятельно рассмотрен вопрос о почитателях огня. Напомнив, что в 1825 г. Э. Эйхвальд застал там 24 огнепоклонника, М. Анджейкович отмечает, что при его посещении их было всего 5: один молодой, трое старше 50 лет, а пятый «гвевр, совершенно голый, только с повязкой на бедрах, лежал на низком неустланном топчани. Сгорбленный, доживающий свой век старичок, он 2 года назад покался до конца жизни не вставать с топчана и постоянно смотреть на огонь. От постоянного лежания бока его исхудалого, бронзового тела совсем почернели» (3, стр. 140).

Описав специально для него разыгранное богослужение трех гвевров, он указывает, что «газ Атешгяха, когда не горит, характеризуется обычно температурой в 12°. Согласно новейшему точному исследованию — это углеводородный газ; хотя о происхождении этого газа имеются разные гипотезы, проблема эта до сих пор остается настоящей загадкой для ученых» (3, стр. 142).

В воспоминаниях М. Анджейковича имеются ссылки на мнения таких исследователей, как А. Олеарий, Э. Кемпфер, Герберт, И. Лерх, С. Гмелин, И. Березин, Лангле, Сюзанне, Э. Эйхвальд и Ж.-Ф. Гамба, что говорит о хорошем знании автором литературы о «самородных огнях» Атешгяха и их почитателях.

В 1857 г. Атешгях с двумя товарищами посетил М. Гралевский<sup>2</sup>. Подчеркнув, что они умышленно выехали из Баку под вечер, чтобы «вечные огни» предстали перед ними в самом эффектном виде, он также сравнивает здание монастыря с придорожным каравансараем и застает пять «гвевров-почитателей огня, называемых здесь юдассами»: 60-летнего старейшину храма Амидаса, каявшегося уже 35 лет, 30—40-летних Какша и Мустанца, каявшихся только с полгода, 40-летнего Рубиго, каявшегося 4 года, и 49-летнего слепца Гонгагно, каявшегося 9 лет (4, стр. 322).

М. Гралевский описывает исполненный по их просьбе обряд богослужения, в котором приняли участие все обитатели монастыря (4, стр. 323). Затем в одной из келий ему показали большой округлый белый камень

<sup>2</sup> Матеуш Гралевский (1824—1891 гг.) — польский писатель-патриот. В 20 лет, будучи гимназистом, был арестован и сослан в солдаты на Кавказ, где проходил службу в Кусарах. Дослужился до офицера и по амнистии 1856 г. вернулся в Польшу в 1857 г. В 1863 г. принял участие в восстании, после подавления которого эмигрировал, участвовал в издании журнала «Братства», где опубликовал брошюру «О грузинах». Позднее осел во Львове, где в 1877 г. опубликовал книгу «Кавказ. Воспоминания о 12-летней неволе», в которой посещение Атешгяха описано на стр. 321—327.

с плоской поверхностью, на которой была выдолблена «стопа первочеловека Адама», наполненная «чудесной водой, исцеляющей от недугов». Гвевры честно признались, что они сами выдолбили стопу и наливают в нее воду, но при этом высказали уверенность в том, что вода из этой стопы «все равно имеет чудесную силу» (4, стр. 324).

Посетители осмотрели и 2 находившихся за стенами монастыря колодца. Один «высохший колодец, наполненный газом и предварительно накрытый толстым смоченным водой войлоком», был специально подожжен, и «неожиданно газ со страшным, сотрясающим воздух гулом выстрелил вверх горящий красным огнем столб пламени», а другой — вырытый гвеврами всего лишь 8 лет назад сперва давал воду, «но вода высохла и открылся вулкан, как это случается и в других местах бакинского ханства». Посетили они и небольшое «кладбище, где было около 20 вкопанных в землю плоских камня. На вопрос «Почему их так мало?» гвевры ответили, что они не всех хоронят в землю, т. к. каждый из них принадлежит к одной из 4 стихий, которую чтит при жизни (4, стр. 325). После смерти почитающего землю хоронят в ней в спячем положении лицом к востоку; почитающего воду привязывают к камню и бросают в воду; почитающего огонь бросают в огонь; почитающего воздух сжигают и пепел развешивают по ветру.

На вопрос об истории монастыря и их собственной истории гвевры отвечали, что их укромное пристанище насчитывает несколько десятков лет, что их здесь раньше бывало по несколько сот и более и что они ожидают прибытия еще нескольких новых отшельников..., что все они не женаты, ведут жизнь чистую и бедную и посвятили себя здесь только богу, которого чтят во всех стихиях» (4, стр. 326). Прощаясь с гвеврами, М. Гралевский «согласно обычаю, одарил их несколькими рублями», получив с товарищами взамен «по паре четок на память» (4, стр. 327).

Третий из выявленных нами поляков — Э. Струмф<sup>3</sup>, посетивший Атешгях в 1894—1896 гг., застал его уже опустошенным и заброшенным. И это неудивительно, если вспомнить, что во второй половине XIX в. посетители сперва заставляли здесь 3—5 жрецов (А. Писемский, 1856 г. — 3, М. Гралевский, 1857 г. — 5, А. Дюма, 1858 г. — 3 и Б. Дори, 1861 г. — 5), а позднее никто более 1 жреца не отмечал (Д. И. Менделеев 1862 г., Спаский-Автономов, 1867 и др.), причем некоторые посетители (О. Шнайдер, 1857 г.) подчеркивали, что застали много огнепоклонника, зарабатывавшего себе на пропитание тем, что за обычные чаевые поджигал вырывающийся из трубок газ венскими спичками. Именно поэтому в интересной книге воспоминаний «Кавказ» знаменитый Александр Дюма [1] пророчески писал: «Увы! Те из моих соотечественников, которые захотели бы видеть после меня гвевров, парсов и маджу, должны поспешить» (1, стр. 290).

Описав храм огнепоклонников, его молельни и центральный алтарь, гостевую башню, главный вход и «маленькую калитку на противоположной стене» (стр. 75—81), Э. Струмф подробно останавливается на интересной встрече со своим соотечественником, последним зрителем

<sup>3</sup> Эдвард Струмф (1872—1901 гг.) — ботаник, обучался в университетах Варшавы, Дерпта и Бонны. В биологии он известен установлением идентичности ролей хлорофилла в растениях и красных шариков в крови. В 1894 г. за участие в движении за независимость Польши был сослан на 2 года в Архангельскую губернию, но по ходатайству родных, сославшихся на его слабое здоровье, место ссылки было заменено на г. Баку. По возвращении в Польшу опубликовал в Варшаве в 1900 г. книгу воспоминаний «Образы Кавказа», в которой посещение Атешгяха описано на стр. 75—85.

храма Габриэлем Вжосеком, помнившим как еще в начале века Наполеон I проезжал через их местность.

Э. Струмф пишет: «Лет ему более ста. На Кавказ прибыл более 60 лет назад. Здесь он был взят в армию (5, стр. 82)... После 20 лет службы ему разрешили уйти в отставку и с тех пор он живет здесь, ежемесячно получая несколько копеек пенсии... (5, стр. 83)... После ухода из армии он некоторое время работал в Баку в разных организациях рассыльным и швейцаром, пока не попал, наконец, в Сурахану. Здесь вручили ему ключи от дверей храма и доверили последний его опеке.

На этой должности «хранителя храма огня» он не получает никакой оплаты (да и кто должен платить?), но пользуется чаевыми, которые дают посетители храма. Этим и живет. Как только поезд привозит туристов, сразу же посылают за дедушкой Габриэлем, который уже бежит к ним с ключами и бутылкой бензина за пазухой и поднимается по лестнице (прислоненной к центральному алтарю — З. А. Б.-З., Р. Ф. Б.), если огонь погас.

А зажигать все огни надо обязательно, ибо как не показать посетителям святыню во всем ее великолепии...» (7, стр. 84).

Таковы вкратце основные моменты описания храма огнепоклонников Атешгах и его обитателей в середине и конце XIX века, приведенные в изданных на польском языке книгах воспоминаний трех уже выявленных нами поляков, сосланных в свое время на Кавказ, что и позволило им посетить Атешгах и воочию увидеть уникальный феномен «самородных огней».

Наша статья является лишь первой сводкой работ поляков XIX в. о храме огнепоклонников Атешгах. Нахождение в это время в Баку большого количества образованных чиновников, служащих и сословных поляков не оставляют сомнения в том, что дальнейшие поиски в этом направлении непременно приведут к новым интересным находкам.

#### Литература

1. Дюма А. Кавказ. Тифлис, 1861. 2. Сысоев В. М. «Известия Азербайджанского археологического комитета», вып. I, Баку, 1925. 3. Andzejkowicz M. Szkice Kaukazu, t. 1—2, Warszawa, 1859; 4. Galewski M. Kaukaz. Wspomnienie z dwunastoletniej niewoli. Opisanie kraju, ludności, zwyczajów i obyczajów. Lwow, 1877. 5. Strumpf E. Obrazy Kaukazu. Warszawa, 1900.

Институт истории, Институт геологии

Поступило 2. 11 1981

З. Э. Бунядзаде, Р. Ф. Бадирбеги

#### АТЭШКАН МЭ'БЭДИ ПОЛЖАКЛАРЫН ТЭСВИРИНДЭ (XIX ЭСР)

Мәгаләдә индија кими Азәрбајҗан тарихиңнаслыгы үчүн намә'лум олан, XIX әсрдә Атешкаһда олмуш үч полжакын ады чәкилир: Михал Анчејкович, Матеуш Гралевски ва Едвард Струмф. Бу үч нәфар полжакын нәшр етдирдикләри хатирәләрдә бир сыра марағлы мә'луматлар вардыр. Нәмин мә'луматлар ихтисар олунмуш шәкилдә мәгаләдә вериллир.

Z. A. Buniat-Zade, R. F. Badirbeyli

#### THE TEMPLE OF FIRE ATESHGAKH DESCRIBED BY POLES (XIX CENTURY)

In this article the authors are presenting the names of three unknown till now Poles, who visited the temple Ateshgakh in the XIX century—Mikhal Andzejkovich Mateush Gralevski and Edward Strumpf. In the memoirs published by them some interesting data, given here in abbreviated form, are being presented.

УДК 330.

ЭКОНОМИКА

Ч. А. РҮСТАМОВ

#### ЕДИНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МАШИН В УСЛОВИЯХ РАЗВИТОГО СОЦИАЛИЗМА

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

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981 — 1985 годы и на период до 1990 года» в числе основных задач, выдвинутых КПСС на 80-е годы в области труда — осуществление глубоких преобразований в важнейшей сфере жизнедеятельности людей с тем, чтобы сделать труд человека не только более производительным, но и содержательным, интересным, творческим. С этой целью необходимо «последовательно проводить единую техническую политику, дальнейшую электрификацию народного хозяйства, осуществлять переход к массовому применению высокоэффективных систем машин и технологических процессов, обеспечивающих комплексную механизацию и автоматизацию производства, техническое перевооружение его основных отраслей.

Единая техническая политика (ЕТП) определяет принципиальные направления развития науки и техники, формы и способы концентрации необходимых для этого сил и средств, ожидаемые результаты и пути их использования в народном хозяйстве.

Материальной основой реализации ЕТП является государственная система планирования и финансирования всех этапов комплекса научно-технического прогресса: научно-исследовательских работ (фундаментальных и прикладных); технических, опытно-конструкторских и технологических разработок; оснащения новой техникой материального производства, непродуцированной сферы и домашнего хозяйства; подготовки кадров рабочих и специалистов. Такая расширенная трактовка комплекса научно-технического прогресса в условиях социализма вполне оправдана, ибо, будучи средством решения экономических и социальных задач, научно-технический прогресс призван обеспечивать коренные преобразования в труде и способствовать тем самым его превращению в первую жизненную потребность каждого человека.

ЕТП решает также крупные социально-экономические задачи, в числе которых сокращение применения ручного труда, преодоление существенных различий между умственным и физическим трудом, городом и деревней.

Технико-производственная форма, характеризующая превращение научных достижений в производительную силу, является решающей и наиболее сложной. В хозяйственной практике это синтезированное образование включает в свою очередь ряд взаимосвязанных форм, отража-

ющих развитие материально-вещественных факторов производства, в числе которых особое место принадлежит системе машин. Именно в форме системы машин выступает планомерно создаваемый технический базис социализма, аккумулирующий в себе научные достижения.

Система машин, являясь стержнем развития материально-технической базы производства, сама находится в постоянном развитии, которое происходит в двух направлениях. В основу их положены принципы непрерывности производства и его автоматизма;

1) экстенсивное — введение системы машин на участке общественного производства, не имевшем ранее этого вида средства труда (проникновение системы машин в новые отрасли производства и дальнейшее распространение системы машин внутри, развитие «вширь» — освоение новых участков общественного производства;

2) интенсивное-введение, а также замена действующей системы машин качественно новой высшей формой машин (системы автоматов) и их интеграция в систему машин более высокого порядка (участок, цех, производство, предприятие). В рамках интенсивной формы развития системы машин в материальном производстве можно выделить направления, связанное с совершенствованием (модернизацией) отдельных ее звеньев, элементов (узлов, агрегатов, блоков).

Современный уровень развития системы машин можно охарактеризовать как начальную стадию автоматизации производства и зрелую оценку состояния механизации производства.

В условиях развитого социализма процесс внедрения систем машин существенно увеличился: за период 1965 — 1979 гг. число механизированных поточных линий в промышленности возросло более чем в 3,1 раза, автоматических линий — в 4,5 раза. Причем этот процесс, охватывая все новые и новые предприятия, идет «вглубь» и вытесняет все большее число рабочих, занятых в основном на ручных работах. По данным 1979 г., на одно промышленное предприятие в среднем приходилось 3 механизированных поточных линии, в отдельных отраслях этот показатель был выше в черной металлургии — 7—8 линий, химической и нефтехимической промышленности 4—5, стекольной и фарфоро-фаянсовой — 8, машиностроении и металлообработке — 4, 5.

В промышленности число комплексно-механизированных и автоматизированных участков, цехов, производств возросло с 22,4 тыс. ед. в 1965 г. до 83,5 тыс. ед. в 1979 г., а предприятий такого же рода — с 1906 до 6389. По сути дела ныне каждое седьмое промышленное предприятие является комплексно-механизированным либо автоматизированным предприятием.

В отдельных отраслях, где производственные процессы по своему характеру являются непрерывными достигнуты значительные успехи в автоматизации, и экстенсивная форма развития системы машин в них находится на стадии завершения. Это электроэнергетика, химия и нефтехимия, нефтепереработка и т. п. Так, если в 1932 г. в стране была всего лишь одна полуавтоматическая гидроэлектростанция, то в 1965 г. уже 58% всех диспетчерских пунктов энергосистем были оснащены средствами телемеханики, а в 1979 г. этот показатель достиг 88%. В нефтяной промышленности достигнут высокий уровень добычи нефти на комплексной-автоматизированных промыслах. В «Основных направлениях...» этот уровень намечается довести до 85—90% в 1985 г.

Важным направлением интенсивной формы развития системы машин, не меняющей природы рабочих машин, является многократное увеличе-

ние единичной мощности и производительности основных видов энергетического и технологического оборудования. Паровые и гидравлические турбины, единичная мощность которых в довоенные годы измерялась десятками тысяч киловатт, вводятся ныне, имея максимальную мощность. В одиннадцатой пятилетке предусмотрено разработать новые конструкции энергоблоков.

Единичная максимальная мощность введенных в действие установок первичной обработки нефти составляла в довоенные годы 1 млн. т, а в минувшей пятилетке уже 8 млн. т. Доменные печи, максимальный полезный объем которых составлял в довоенные годы 1300 куб. м достигли ныне 5000 куб. м; максимальная емкость конверторов возросла со 100 т до 350 т в 70-е годы.

Развитие средства труда отражает изменения в техническом базисе производства, которой на какой-то момент характеризуется определенным уровнем. Оценивая техническую политику, необходимо знать, в какой мере ее реализация обеспечит продвижение предприятий той или иной отрасли к комплексно-автоматизированному производству. Технический уровень производства как степень развития средств труда должен показывать, на какой стадии прогресса перехода от трехзвенной системы машин к четырехзвенной (а внутри нее на какой ступени) находятся эти средства.

Нам представляется, что с этой целью достигнутый уровень автоматизации производства следует соотносить с предельным при данном уровне знаний и возможностей общества реализовать их («овеществить») в технике производства.

Весь цикл перехода занимает ряд ступеней, соответствующий внутренней логике развития системы машин на пути к ее высшей форме. Так, предельному уровню будет соответствовать полная автоматизация производства, исключая применение ручного труда на всех стадиях обработки сырья, вплоть до получения готовой продукции и ее складирования.

Государственная единая техническая политика должна быть нацелена на повышение технического уровня производства и его приближение к максимально возможному пределу. Отсюда возникает круг проблем, которые следует положить в основу формирования целевых (отраслевых, региональных) научно-технических программ, включающих работы по новой технике по всему циклу.

#### Литература

1. Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения, т. 23, с. 392.
2. Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения, т. 25, ч. II, с. 342—343.
3. Материалы XXVI съезда КПСС, с. 136, 138.
4. Кириленко А. «Коммунист», 1981, № 12, с. 6.
5. Зайцев Б. Планирование и эффективность технического развития объединения. М., «Экономика», 1981, с. 88.
6. Народное хозяйство СССР в 1979 г., с. 117.

Азгосуниверситет  
им. С. М. Кирова

Ч. А. Рүстәмов

Поступило 21. X 1981

#### ИНКИШАФ ЕТМИШ СОСИАЛИЗМДЭ ВАНД ТЕХНИКИ СИЈАСЭТ ВЭ МАШЫН СИСТЕМИНИ ТЭКМИЛЭШДИРИЛМЭСИ

Магалэдэ кенин сосиализм гуручулугу доврүндэ ваннд техники сијасэти һалл ет-  
мэјэ итингамэтландирилэн сосиал-интисади вэцифалар һазардан кенирилдир.

Бурада һэмчинин ваннд техники сијасэтин һајата кенирилдији формалар (техники-  
иетсһеал вэ сосиал-интисади) көстәрилдир, елми-техники ингилабийн панлијәтләринин



ве Хурсаншах до сих пор нет единого мнения. В. Ф. Минорский отмечал, что Хурсан надо приурочить к южной части Кубинского района, южнее Маската (Мушкура) (13,115). С. Т. Еремян считает, что страна Хурсан называлась нынешним Хизинским районом Азербайджана (9,34—35). По мнению М. Х. Шарифли, Хурсан охватывал побережье Каспийского моря, включая Хизи (Хизан) (18,604).

В истории Азербайджана отмечено, что центром феодального владения Хурсаншахов была крепость Хирс у горы Беш-Бармак (10,110). А. Н. Генко писал, что Хурсан находился около горы Беш-Бармак (6,87).

По мнению М. Х. Шарифли, крепость Хурс находилась на горе Бармак (18,604; 19,32). К. В. Тревер также локализовала Хурсан с Бармакской стеной (13,269).

Наши наблюдения свидетельствуют, что мнения вышеназванных исследователей о местонахождении крепости Хурс не точны и что ее следует отождествлять с ныне стоящей известной крепостью VI—VII вв. Чирак-кала<sup>6</sup> на территории современного Дивичинского района, потому что гора-скала<sup>7</sup>, на которой сохраняется грандиозная неприступная крепость Чирак-кала, до сих пор среди населения известна как «Санги-Хорс» или «Санги Хорус» (ср. персидское санг-камень», татское санг-«скала», «камень»). Букв. «скала-Хорс» как в Армянской географии VII века (см. выше). Кроме того, северная часть территории Дивичинского и южная часть Кубинского районов, примыкающие непосредственно к этой крепости, до сих пор называются Хурасан или Корасан, что является фонетическим изменением от древнего Хурсана. Следует отметить, что в труде арабского географа Масуди (IX в.) это княжество отмечено также как хурсан (Хорасан) (13,114,192).

Вышеуказанное свидетельствует о том, что древнюю крепость Хурс, являющуюся центром княжества Хурсан, следует локализовать с современными развалинами крепости, известной под названием Чирак-кала — «крепость чираков».

#### Литература

1. Армянская география VII века по Р. Х. Пер. с древнеармянского К. Патканова. СПб., 1877.
2. Баладзори. Книга завоевания стран. Текст и перевод проф. П. К. Жузе. Баку, 1927.
3. Буниатов З. М. Азербайджан в VII—IX вв. Баку, 1965.
4. Восточные источники по истории Дагестана. Махачкала, 1980.
5. „Derbend Nameh“. Translated from a select Turkish version and published in white notes, by M. A. Kazem-Beg. SPb., 1851.
6. Генко А. Н. «Труды второй сессии ассоциации арабистов 19—23 октября 1937 г.», Труды института Востоковедения АН СССР», XXXVI, 1941.
7. Огише. О Вардане и войне армянской. Пер. с древнеармянского акад. И. А. Орбели. Ереван, 1971.
8. Еремян С. Т. Очерки истории СССР. С., 1958.
9. Еремян С. Т. «Изв. Армянской ФАН СССР», 1941, № 7.
10. История Азербайджана, Баку, 1956.
11. История Армении Моисея Хоренского. М., 1893.
12. История Агван Моисея Каганкатваци. СПб., 1861.
13. Минорский В. Ф. История Ширвана и Дербента, X—XI вв. М., 1943.
14. Пахомов. «Проблемы истории материальной культуры», № 9—10, 1933.
15. Худуд ал-Алам. Рукопись Туманского. Введение и указатель В. Баруольда. Л., 1930.
16. Тревер К. В. Очерки по истории и культуре Кавказской Албании. М.—Л., 1959.
17. „Hudud al Alam. The Regions of the World“. A Persian Geography 372 A. D.—982 A. D. Translated and explained by V. Minorsky. London, 1937.
18. Шарифли М. Х. Азэрб. ССР ЕА Мә'рузәләри, 1960, № 6.
19. Шә

<sup>6</sup> По мнению Е. А. Пахомова современный Чирак-кала является конечным пунктом Гильчанчайской оборонительной стены, построенной Сасанидами (14,42,см, также 15, 269—271).

<sup>7</sup> Еще Ф. Ф. Симонов в 1796 г. писал: «Чирак-кала основан на острой каменной горе, вышедшей от Сенг-Хурыз даг» (Ф. Ф. Симонов. Описание южного Дагестана. «История, география и этнография Дагестана XVIII—XIX вв.» М., 1958, стр. 148).

ри ф. л. и. М. Х. IX әср ии II җарысы вә XI әсрләрдә Азәрбајҗан феодал дәвләтләри. Баку, 1978. 20. Я к у б и. История. Текст и пер. с арабского П. К. Жузе. Баку, 1927. 20. Я к у б и. История. Текст и пер. с арабского П. К. Жузе. Баку, 1927.

Институт истории

Поступило 16. I 1981

Г. Ә. Гејбуллаев

#### ГАФГАЗ АЛБАНИЈАСЫНДА ХУРСАН ТОПОНИМИНИН ЈЕРЛӘШДИЈИ ЈЕР ЫАГГЫНДА

Гәдим ермәни, әрәб вә фарс мәnbәләриндә Албанијадә Хурс (Хорс), Хурсан адлы галанын ады чәкилир. Тәдгигатчылар (В. Ф. Минорски, К. В. Тревер, А. Н. Генко, М. Х. Шарифли) онун мұасир Бешбармаг дагында јерләшдијини јазмышлар. Лакин тәдгигат көстәрир ки, Хурс (Хурсан) Дәвәчи рајонунда Чыраггала ады илә мә'лум гәдим галанын ады олмушдур.

G. A. Geybullaev

#### ABOUT LOCALIZATION OF TOPONYM KHURSAN IN THE OLD CAUCASIAN ALBANIA

In the ancient Armenian, Arabian, and Persian sources we met the Albanian toponym Khurs (Khirsan, Khursan). The investigators (V. F. Minorsky, L. K. Trever, A. N. Genko, M. Kh. Sharifly) localised this place by the modern mountain Beshbarmak. So, our investigation shows that the old name of Chirakkala stronghold which is situated in Divichy region has been Khurs (Khirsan).

МҮНДЭРИЧАТ

Ријазийат

|  |    |
|--|----|
| К. Э. Чэлилов, Р. В. Гусейнов. Бир синиф дифференциал тэнликлэр системинин һаллинин корректлији һаггында | 3  |
| Н. М. Гасымов. Категоријаларда гејри-сэрраст объектлэр   | 6  |
| В. Э. Гасымов. $C^*$ -чэбрлэри үзэриндэ һилберт модуллерынын вэ Фред-гольм операторларынын хассэлэри     | 10 |

Јарымкечиричилэр физикасы

|   |    |
|---|----|
| У. С. Пашабэјова. Гадаган зонасы олмајан јарымкечиричилэрини диелектрик аномалијасынын полјарон эффектив күтлэјэ тэ'сири          | 15 |
| Э. Ш. Абдинов, Ј. Н. Насанов. Индиум-селен лајвари јарымкечиричилсиндэ фотокечиричилијин ИГ ишыгла сөндүрүлмэсинин хусусијјэтлэри | 19 |

Физики кимја

|   |    |
|---|----|
| А. Х. Бајрамов. Тантал ионлары илә лекирлэшмиш алүминиумун коррозия вэ электрохимјэви хассэлэри   | 23 |
| А. Г. Талыбов, М. Р. Асланова, М. М. Гусейнов, И. Г. Мурсагулов, В. А. Смит. Тетрафторборат итронниумун карбон туришуларынын аллил эфирлэри илә гаршылыгы тэ'сири | 28 |

Јүксэкмолекулла бирлэшмэлэр кимјасы

|   |    |
|---|----|
| Б. Э. Мэммедов, Э. В. Рәһимов, С. Э. Гусейнов, Б. И. Лногонкиј. Полиһидрохинонун гэлэви мүнүтдэ оксидлэшмэсинин ганунаујгунлулары | 32 |
|---|----|

Стратиграфија

|   |    |
|---|----|
| Э. Н. Хәлилов, Л. А. Порошина. Бөјүк Гафгазын шимал јамачында Гарачај вэ Бабачај чајлары арасында алт табаширини стратиграфијасы һаггында | 36 |
|---|----|

Битки физиолокијасы

|  |    |
|--|----|
| Акад. Ч. Э. Әлијев, В. И. Рәһимов, В. Ф. Адыкөзәлов. Али биткилэрини јарпагында фотосинтезини интенсвијлијини вэ фотобиопотенциаллары ејни заманда өлчмәк үчүн гургу | 40 |
|--|----|

Ботаника

|   |    |
|---|----|
| М. Э. Рәһимов, Сарыкөк биткисинини Азәрбајчанда бечәрилмэсинин нәтичәлэри | 43 |
|---|----|

Тарих

|  |    |
|--|----|
| Э. Э. Бунјадзадә, Р. Ф. Бәдирбәјли. Атәшкаһ мә'бәди полјакларын тәсвириндә (XIX әср) | 48 |
|--|----|

Игтисадијјат

|   |    |
|---|----|
| Ч. А. Рүстәмов. Инкишаф етмиш соснализмдә ваһид техники сијасәт вэ машын системинини тәкмилләшдирилмәси | 52 |
|---|----|

Топонимика

|   |    |
|---|----|
| Г. Э. Гејбуллајев. Гафгаз Албанијасында Хурсан топониминини јерләшдији јер һаггында | 56 |
|---|----|

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

|  |    |
|--|----|
| К. А. Джалилов, Р. В. Гусейнов. О корректной разрешимости одной системы дифференциальных уравнений | 3  |
| Н. М. Касумов. Нечеткие объекты в категориях   | 6  |
| В. А. Касимов. Свойство гильбертовых модулей и фредгольмовых операторов над $C^*$ -алгебрами       | 10 |

Физика полупроводников

|  |    |
|--|----|
| У. С. Пашабэкова. Влияние диэлектрической аномалии бесщелевых полупроводников на поляронную эффективную массу  | 15 |
| А. Ш. Абдинов, Я. Г. Гасанов. Особенности их гашения фотопроводимости в слоистом полупроводнике селенида индия | 19 |

Физическая химия

|   |    |
|---|----|
| А. Х. Байрамов. Коррозионное и электрохимическое поведение алюминия, легированного ионами тантала*  | 23 |
| А. Г. Талыбов, М. Р. Асланова, член-корр. М. М. Гусейнов, И. Г. Мурсакулов, В. А. Смит. Взаимодействие тетрафторбората итрония с аллиловыми эфирами карбоновых кислот | 28 |

Химия высокомолекулярных соединений

|   |    |
|---|----|
| Б. А. Мамедов, А. В. Рагимов, С. А. Гусейнов, Б. И. Лногонький. Закономерности окисления полигидрохинона в щелочной среде | 32 |
|---|----|

Стратиграфия

|  |    |
|--|----|
| А. Г. Халилов, Л. А. Порошина. К стратиграфии нижнего мела между-режья Карачая и Бабачая на Северном склоне Большого Кавказа | 36 |
|--|----|

Физиология растений

|   |    |
|---|----|
| Акад. Д. А. Алиев, В. И. Рагимов, В. Ф. Адыгезалов. Установка для одновременной регистрации фотосинтеза и фотонидуцированного биопотенциала у листьев высших растений | 40 |
|---|----|

Ботаника

|  |    |
|--|----|
| М. А. Рагимов. Результаты интродукции куркумы в Азербайджане | 43 |
|--|----|

История

|   |    |
|---|----|
| З. А. Бунјатзадә, Р. Ф. Бәдирбейли. Храм огня Атешгях в описании поляков (XIX в.) | 49 |
|---|----|

Экономика

|   |    |
|---|----|
| Ч. А. Рустамов. Единая техническая политика и совершенствование системы машин в условиях развитого социализма | 53 |
|---|----|

Топонимика

|  |    |
|--|----|
| Г. А. Гејбуллаев. К локализации топонима Хурсан в древней Кавказской Албании | 57 |
|--|----|

Сдано в набор 2. VIII. 82. г. Подписано к печати 14. 12. 82. г. ФГ 17658. Формат бумаги 70×108<sup>1/16</sup>. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литерат. Печать высокая. Печ. лист 3,75. Уч. изд. лист 3,84. Тираж 595. Заказ 414. Цена 70 коп.

Издательство „Элм“. 370143 Баку-143, проспект Нариманова, 31.  
Академгородок, Главное здание  
Типография „Красный Восток“ Государственного комитета  
Азербайджанской ССР по делам издательства, 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 писаны четко. Следует избегать громоздких обозначений, применяя, например, дробные показатели степени вместо радикалов, а также exp. Заномерованные формулы обязательно выключаются в красную строку, номер формулы ставится у правого края страницы. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки. Подстрочные и надстрочные индексы и степени следует отмечать карандашом, дугами сверху и снизу:

$K^n, r_n$

Греческие буквы нужно обводить (в кружок) красным карандашом. Буквы готического шрифта и рукописные в рукописях не использовать, векторные величины — черкивать черным, буквы латинского рукописного шрифта следует отметить на х (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 l и римскую единицу 1, а также арабскую цифру 1 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),  $\odot$ ,  $\oplus$ ,  $\otimes$ ;  $\square$ ,  $\bar{\square}$ ,  $\nabla$ ,  $\wedge$  (крышки) над и под буквами, а также знаков:

$\mathbb{X}$ ,  $\mathbb{E}$ ,  $\mathbb{F}$ ,  $\mathbb{G}$

Латинские названия вписываются на машинке.

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

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

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

13. Необходимо тщательно проверить написание местных географических названий.

14. Цитируемая литература приводится общим списком на отдельной странице: ссылки в тексте даются порядковым номером в круглых скобках над строкой (например, <sup>1</sup>). 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.

