

17-168



ISSN 0002-3078

АЗƏРБАЙҶАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЯСИ  
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

# МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXVIII ЧИЛД

1982 • 7

1145

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

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 новых интересных для науки находок).

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

В связи со всеми перечисленными ограничениями отклонение статьи редакцией «Докладов 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 приманут статью в редакцию.

Статьи, пришедшие без соблюдения этих правил, в рассмотрение 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 редакции не принимаются.

2. Статьи публикуются по мере поступления. Единственным поводом для первоочередной публикации является исключительная важность сообщения и соображений приоритета. Для этого необходимо специальное решение редколлегии.

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

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

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

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

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

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

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

(Продолжение на третьей странице обложки)

АЗЕРБАЙДЖАН ССР БАМАЛОР АКАДЕМИЈАСЫ  
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

# МӘ'РУЗӘЛӘР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXVIII

Писать разборчиво

Шифр

№ 11

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.

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

УДК 519.6:517,958:539.3(3)

МАТЕМАТИКА

А. И. ГАСАНОВ

К ЧИСЛЕННОМУ РЕШЕНИЮ КОНТАКТНОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ  
 УПРУГОСТИ С НЕИЗВЕСТНОЙ ЗОНОЙ КОНТАКТА ПРИ  
 НАЛИЧИИ ПОЛНОГО СЦЕПЛЕНИЯ

(Представлено академиком АН СССР А. А. Самарским)

Контактные задачи при отсутствии сил трения к зоне контакта, с одной стороны, и при наличии полного сцепления, с другой, являются двумя предельными случаями для задачи с конечным коэффициентом трения, что только и может иметь место в действительности. В первом случае коэффициент трения равен нулю, во втором — он бесконечно велик.

В работе рассматривается плоская задача о вдавливании абсолютно жесткого гладкого выпуклого штампа в упругое тело конечных размеров при наличии сцепления во всей зоне контакта. Зона контакта считается неизвестной, и тем самым задача является нелинейной. Последнее обстоятельство и определяет основную трудность при ее решении.

В настоящей работе предложен численный метод решения указанной задачи и с его помощью решена задача о вдавливании параболического штампа в упругое тело прямоугольной формы. Исследована зависимость величины зоны контакта от глубины вдавливания.

1. Постановка задачи. Пусть упругое тело занимает на плоскости  $Oxy$  область  $G$  с границей  $\partial G$  и пусть  $\partial G = \Gamma_1 \cup \Gamma_2 \cup \Gamma_3$ , где  $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$  — открытые непересекающиеся множества. Предположим, что поверхность штампа описывается уравнением  $y = \varphi_1(x)$  (для определенности, пусть  $y < \varphi_1(x)$  вне штампа,  $y > \varphi_1(x)$  — внутри), а граница  $\Gamma_1$  — уравнением  $y = \varphi_2(x)$ , причем  $\varphi_1(0) = \varphi_2(0) = 0$ .

Пусть, кроме того, координатная система ориентирована таким образом, что общая нормаль к поверхностям штампа и тела в точке  $(0,0)$  совпадает с осью  $Oy$ . Тогда, если штамп вдавливается в тело на глубину  $\alpha > 0$  силой, направленной вдоль оси  $Oy$ , для точек  $\Gamma_1$  выполняется условие непроникания [1].

$$u_N(x, y) \leq -\alpha + \varphi_1(x) - \varphi_2(x), \quad (x, y) \in \Gamma_1 \quad (1)$$

где  $u_N$  — нормальная составляющая вектора перемещения. Множество  $\Gamma_c = \{(x, y) \in \Gamma_1 \mid u_N(x, y) = -\alpha + \varphi_1(x) - \varphi_2(x)\}$  назовем зоной контакта, а  $\partial \Gamma_c = [A, B]$  — ее границей. Тогда во внутренних точках зоны контакта должно быть выполнено условие

$$\sigma_N(x, y) < 0, \quad (x, y) \in \Gamma_c \setminus [A, B], \quad (2)$$

где  $\sigma_N = \sigma_{11} n_1 n_1$ ,  $n_1, n_2$  — компоненты единичного вектора внешней нормали к  $\partial G$ .

Наличие сцепления во всей зоне контакта эквивалентно равенству нулю тангенциальной составляющей вектора перемещения

$$u_T(x, y) = 0, (x, y) \in \Gamma_c. \quad (3)$$

Будем предполагать, что участок границы  $\Gamma_1 \setminus \Gamma_c$  свободен от нагрузки. Тогда

$$\sigma_T(x, y) = 0, \sigma_N(x, y) = 0, (x, y) \in \Gamma_1 \setminus \Gamma_c. \quad (4)$$

Здесь  $\sigma_T$  — тангенциальная составляющая вектора напряжений на границе  $\Gamma_1$ , т. е.

$$\sigma_T = (n_1 \sigma_{21} - n_2 \sigma_{11}) n_1.$$

На остальных частях границы  $\partial G$  зададим следующие граничные условия:

$$\vec{u}(x, y) = 0, (x, y) \in \Gamma_u, \quad (5)$$

$$\sigma_{ij} n_j = f_i, (x, y) \in \Gamma_f. \quad (6)$$

Задача состоит в определении зоны контакта  $\Gamma_c$  и вектор-функции  $\vec{u} = (u_1, u_2)$ , удовлетворяющей системе дифференциальных уравнений

$$\mu \Delta \vec{u} + (\lambda + \mu) \text{grad div } \vec{u} = 0 \quad (7)$$

и граничным условиям (1)–(6). Здесь  $\Delta$  — оператор Лапласа,  $\lambda$  и  $\mu$  — коэффициенты Ляме, а компоненты вектора перемещений связаны с компонентами тензора напряжений обычными соотношениями

$$\sigma_{11} = (\lambda + 2\mu) \frac{\partial u_1}{\partial x} + \lambda \frac{\partial u_2}{\partial y}, \quad \sigma_{22} = (\lambda + 2\mu) \frac{\partial u_2}{\partial y} + \lambda \frac{\partial u_1}{\partial x},$$

$$\sigma_{12} = \mu \left( \frac{\partial u_1}{\partial y} + \frac{\partial u_2}{\partial x} \right).$$

Укажем вариационную постановку этой задачи. Введем выпуклое замкнутое множество

$$K = \{ \vec{u} \in H^2(G) \mid \vec{u} = 0, (x, y) \in \Gamma_u; u_T = 0, (x, y) \in \Gamma_c; \quad (8)$$

$$u_N \leq -\alpha + \varphi_1(x) - \varphi_2(x), (x, y) \in \Gamma_1 \},$$

где  $H^1(G)$  — пространство Соболева [2] и определим на нем билинейную

$$a(\vec{u}, \vec{v}) = \iint_G \left\{ \lambda \text{div } \vec{u} \cdot \text{div } \vec{v} + 2\mu \left( \frac{\partial u_1}{\partial x} \frac{\partial v_1}{\partial x} + \frac{\partial u_2}{\partial y} \frac{\partial v_2}{\partial y} \right) + \mu \left( \frac{\partial u_1}{\partial y} + \frac{\partial u_2}{\partial x} \right) \left( \frac{\partial v_1}{\partial y} + \frac{\partial v_2}{\partial x} \right) \right\} dx dy \quad (9)$$

и линейную

$$b(\vec{v}) = \int_{\Gamma_f} (f_1 v_1 + f_2 v_2) dx \quad (10)$$

формы.

Теорема [3, 4]. Задача (1)–(7) эквивалентна задаче минимизации на  $K$  квадратичного функционала

$$J(\vec{u}) = 1/2 a(\vec{u}, \vec{u}) - b(\vec{u}). \quad (11)$$

Решение последней существует и единственно.

2. Описание метода. Будем предполагать, что напряжения на  $\Gamma_1$  непрерывны и, следовательно, нормальная составляющая тен-

зора напряжений равна нулю не только на  $\Gamma_1 \setminus \Gamma_c$ , но и в точках  $\partial \Gamma_c$ , т. е.

$$\sigma_N(x, y) = 0, (x, y) \in \partial \Gamma_c. \quad (12)$$

Это было бы заведомо не так, (см., например, [5]) если бы зона контакта была задана априори, а не найдена в результате решения задачи (1)–(7). Логично предположить [6], что если априори заданная зона контакта (обозначим ее  $\tilde{\Gamma}_c$ ) включает в себя  $\Gamma_c$ , то условия (2) под штампом будут нарушены за счет появления в окрестности границы  $\tilde{\Gamma}_c$  сил, которые стараются оторвать тело от штампа. В этом случае предельное значение  $\sigma_N$  в точках границы  $\Gamma_c$  будет положительным. Если же  $\tilde{\Gamma}_c \subset \Gamma_c$ , то условие (2) будет выполнено, но нарушается условие (11), следствием чего будет отрицательное предельное значение  $\sigma_N$  на границе  $\tilde{\Gamma}_c$ . Алгоритм нахождения зоны контакта как раз и основан на проверке условия (12).

Дискретизация задачи (8)–(11) производится методом конечных элементов; используются кусочно-линейные, непрерывные базисные функции и треугольные элементы. Дискретный аналог задачи (8)–(11) назовем задачей  $(P)$ . Строятся последовательные приближения зоны контакта и на каждом шаге решается линейная задача с известной зоной контакта (назовем ее задачей  $(\bar{P})$ ).

Алгоритм нахождения зоны контакта делится на два этапа: на первом этапе положение границы зоны контакта локализуется между соседними узлами, а на втором — путем изменения сетки производится уточнение положения границы. Не нарушая общности, дальнейшие рассуждения, относящиеся к нахождению границы зоны контакта, проводим для точки  $A$ . Пусть  $a_1, \dots, a_p, \dots$  — узлы сетки, расположенные на границе  $\Gamma_1$ . Объявим один из этих узлов начальным значением границы зоны контакта. Именно, пусть  $a_p = A^{(1)}$ . Решая задачу  $(\bar{P})$  с заданной зоной контакта, найдем первое приближение к решению. Положим новое приближение границы зоны контакта  $A^{(2)} = a_{p+1}$ , если  $\sigma_N(A)^{(1)} < 0$  и  $A^{(2)} = a_p$ , если  $\sigma_N(A)^{(1)} > 0$  и снова решаем задачу  $(\bar{P})$ .

Первый этап заканчивается после нахождения таких двух последовательных зон контакта, для границ  $a_{q-1} = A^{(q-1)}$  и  $a_q = A^{(q)}$ , которых имеют место неравенства

$$\sigma_N(a_{q-1}) < 0, \quad (13)$$

$$\sigma_N(a_q) > 0. \quad (14)$$

Точка  $A^{(q-1)}$  объявляется границей зоны контакта  $\Gamma_c$ , а соответствующее этой зоне решение задачи  $(\bar{P})$  — решением задачи  $(P)$ . Если не менять сетку, то можно считать, что зона контакта найдена и задача решена.

Однако, путем небольшого изменения сетки, зону контакта можно уточнить.

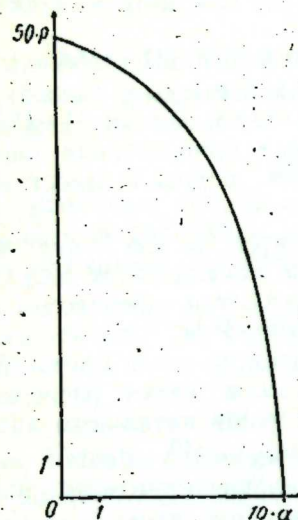
В силу (14) узел  $a_q$  не принадлежит зоне контакта. Введем новую сетку, которая вместо узла  $a_q$  содержит узел  $a_q^1$ , расположенный в середине дуги  $(a_{q-1}, a_q)$  границы  $\Gamma_1$ . Объявим этот узел новым приближением границы зоны контакта, и решим задачу  $(P)$ . Если найденные нормальные напряжения в точке  $a_q^1$  удовлетворяют условию (13), то узел  $a_q^1$  освобождается и вместо него вводится но-

вый узел  $a_q^2$  — средняя точка дуги  $(a_q^1, a_q)$ . Если же нормальные напряжения в точке  $a_q^1$  удовлетворяют условию (14), то в качестве нового угла берется средняя точка дуги  $(a_{q-1}, a_q^1)$ . Процесс заканчивается, если  $|\sigma_N(a_q^n)| < \epsilon$ .

Отметим, что при таком подходе общее количество узлов сетки и тем самым размерность матрицы жесткости не меняется.

3. Численные результаты. Рассмотрим задачу о вдавливании жесткого параболического штампа в упругое тело прямоугольной формы. Пусть

$$G = \{(x, y) \mid |x| < l_1, 0 < y < l_2\}, \Gamma_u = \{(x, y) \mid |x| < l_1, y = 0\}, \\ \Gamma_0 = \{(x, y) \mid |x| = l_1, 0 < y < l_2\}, \Gamma_1 = \{(x, y) \mid |x| < l_1, y = l_2\},$$



поверхность штампа описывается уравнением  $y = x^2 / (2R) + l_2$ , и он вдавливается на глубину  $\alpha > 0$ , и пусть  $f_1 = 0$ .

На рисунке изображено распределение контактного давления в зоне контакта при  $\alpha = 0,1$ .

Нами приводятся значения полуширины зоны контакта (2) при некоторых значениях глубины вдавливания (1):

1	0,1	0,09	0,03	0,07	0,06	0,05
2	1,6795	1,5833	1,4750	1,3627	1,2406	1,1099

Все расчеты проводились на кусочно-равномерной прямоугольной сетке с числом узлов  $30 \times 10$ , что соответствует 522 треугольным элементам. Время решения задачи на БЭСМ-6 порядка одной минуты. В расчетах принято:  $\lambda = 1$ ,  $\mu = 2$ ,  $R = 20$ ,  $l_1 = 6$ ,  $l_2 = 1,6$ ,  $\epsilon = 10^{-4}$ .

В заключение автор приносит искреннюю благодарность А. А. Самарскому и В. Б. Андрееву за постоянное внимание к работе и ценные советы.

#### Литература

1. Kalker J. J. A. Survey of the Mechanics of Contact between Solid Bodies. ZAMM, 1977, 57, p. 3—17.
2. Сьярле Ф. Метод конечных элементов для эллиптических задач. Мир, 1980.
3. Фикера Г. Теоремы существования в теории упругости. Мир, 1974.
4. Сеа Ж. Оптимизация. Теория и алгоритмы. Мир, 1973.
5. Лурье А. И. Теория упругости. Наука, 1970.
6. Малый В. И., Ефимов А. Б., Воробьев В. Н. О решении пространственных контактных задач теории упругости. ДАН СССР, т. 209, № 2. 316—319, 1973.

МГУ

Поступило 29. I 1982

А. И. Хасанов

#### ЕЛАСТИГИЛЖЭТ НЭЭЭРИЛЖЭСИННИН МЭЧЬУЛ КОНТАКТ СЭРХЭДЛИ ВЭ ТАМ ЈАПЫШМА ШЭРТЛИ КОНТАКТ МЭСЭЛЭСИННИН ЭДЭДИ ХЭЛЛИ

Мэгалэдэ контакт сэрхэдлинде там жапышма шэрти олан еластик чисмин бэрк штампа контакт мэсэлэсинин мустэви кэсиринде дајаныглыгына даир эдэди метод тэклиф олунур. Контакт сэрхэдди мэчүл сајылыр вэ мэсэлэнин хэлли просесинде тэјин олунур. Сонлу элементлэр үсулундан истифадэ етмэклэ дэринликлэ контакт сэрхэдди арасында асылылыг алынмышдыр. Контакт сэрхэдди ихтијари дэигликлэ тапылыр.

A. I. Hasanov

#### ON NUMERICAL SOLUTION OF ELASTIC CONTACT PROBLEM WITH UNKNOWN CONTACT ZONE INVOLVING WHOLE ADHESION

A class of rigid punch problems for an elastic body involving whole adhesion is considered using finite element method.

Акад. Ф. Г. МАКСУДОВ, М. С. ХАЛИЛОВ, А. Х. ШАМИЛОВ

**КРАЕВАЯ ЗАДАЧА С ПАРАМЕТРОМ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ОТКЛОНЯЮЩИМСЯ АРГУМЕНТОМ НЕЛИНЕЙНОГО ТИПА**

Рассмотрим систему дифференциальных уравнений первого порядка с отклоняющимся аргументом нейтрального типа:

$$\dot{x}(t) = f(t, x(h_{00}(t)), \dots, x(h_{0m_0}(t)), x(h_{10}(t)), \dots, x(h_{1m_1}(t)), \theta) = \overset{\text{def}}{=} f(t, [x], [x], \theta), t \in [0, T] = J, \quad (1)$$

где  $f$  — заданная  $x$  — искомая  $n$  — мерные вектор-функции;  $h_{ij}(t)$ ,  $i = 0, 1$ ;  $j = 0, 1, 2, \dots, m_i$ ,  $h_{00}(t)$  — заданные скалярные функции, которые накладываются отклонениями аргумента,  $\theta$ ,  $N$  — мерный вектор-параметр.

Постановка задачи. Пусть требуется найти такую вектор-функцию  $x(t)$  и такое значение параметра  $\theta$ , которые удовлетворяют уравнению (1) и условиям

$$x(0) = x_0, \quad x(\xi) = 0, \quad \text{при } \xi \in [0, T] \quad (2)$$

$$\dot{x}(\xi) = 0, \quad \text{при } \xi \in [0, T] \quad (3)$$

где  $F$  — заданный  $n + N$  — мерный вектор-функционал, действующий из  $L_1 \times E^N$  в  $E^{n+N}$ ,  $L_1$  — пространство суммируемых при  $t \in [0, T]$   $n$  — мерных вектор-функций;  $E^N$  —  $N$  — мерное Евклидово пространство.

Аналогичные задачи рассмотрены в работах [5, 6, 7].

Отметим, что приведенная задача для обыкновенных дифференциальных уравнений в связи с исследованием баллистической задачи впервые была рассмотрена в [10].

В предлагаемой работе доказаны теоремы существования и единственности решения задачи (1) — (3) в различных функциональных пространствах.

Будем рассматривать два класса решений.

Определение 1. Пару  $(x(t), \theta)$  назовем обобщенным решением задачи (1) — (3), если  $x(t)$  при  $t \in [0, T]$  является абсолютно непрерывной вектор-функцией, которая удовлетворяет условиям (2), почти при всех  $t \in [0, T]$  уравнению (1) и совместны с параметром  $\theta$  условию (3). При этом будем писать  $(x(t), \theta) \in D_1 \times E^N$ , где  $D_1$  — пространство абсолютно непрерывных при  $t \in [0, T]$   $n$  — мерных вектор-функций.

Определение 2. Пару  $(x(t), \theta)$  назовем классическим решением задачи (1) — (3), если  $x(t)$  при  $t \in [0, T]$  является непрерывно дифференцируемой вектор-функцией, которая удовлетворяет условию

ям (2), при  $t \in [0, T]$  уравнению (1) и совместно с параметром  $\theta$  условию (3). При этом будем писать  $(x(t), \theta) \in C_1 \times E^N$ , где  $C_1[0, T]$  — пространство непрерывных при  $t \in [0, T]$   $n$  — мерных вектор-функций. Справедлива следующая

Теорема 1. Пусть выполнены условия:

- 1)  $f$  — измерима по  $t$  при произвольных фиксированных значениях остальных аргументов и непрерывно по совокупности всех аргументов, кроме  $t$ , при почти каждом  $t \in [0, T]$ ;
- 2)  $f$  — удовлетворяет условию Липшица

$$\|f(t, x(h_{00}), \dots, x(h_{0m_0}), x(h_{10}), \dots, x(h_{1m_1}), \theta) - f(t, \bar{x}(h_{00}), \dots, \bar{x}(h_{0m_0}), \bar{x}(h_{10}), \dots, \bar{x}(h_{1m_1}), \bar{\theta})\| \leq \sum_{i=0}^1 \sum_{j=1}^{m_i} N_{ij} \|x^{(i)}(h_{ij}) - \bar{x}^{(i)}(h_{ij})\|_{E^n} + N_0 \|\theta - \bar{\theta}\|_{E^N};$$

- 3) функции  $h_{ij}(t)$ ,  $i = 0, 1$ ,  $j = 0, 1, \dots, m_i$  непрерывны при  $t \in J$ ; при отображениях  $h_{ij}(t)$  прообразы  $h_{ij}(E)$  каждого измеримого множества  $E \subseteq J$ .

Измеримы и существуют числа  $\theta_{ij} > 0$  такие, что выполняются неравенства

$$\text{mes } h_{ij}^{-1}(E) \leq \theta_{ij} \text{mes } E,$$

для любого измеримого множества  $E$ ,  $E \subseteq h_{ij}(J) \cap J$ ;

- 4) условие (3) в постановке задачи (1) — (3) имеет вид  $F(x, \theta) = \theta - \Phi(x, \theta) = 0$ , причем  $\Phi(x, \theta)$  удовлетворяет условию Липшица

$$\|\Phi(x, \theta) - \Phi(\bar{x}, \bar{\theta})\|_{E^{n+N}} \leq R_1 \|x - \bar{x}\|_{E^n} + R_2 \|\theta - \bar{\theta}\|_{E^N}$$

для любых  $(x(t), \theta), (\bar{x}(t), \bar{\theta})$  из  $L_1 \times E^N$ .

- 5) Кроме того матрица

$$\alpha = \begin{pmatrix} \sum_{i=0}^{m_0} N_{0i} T + \sum_{j=0}^{m_1} N_{1j} \theta_{1j} & N_0 T \\ R_1 T & R_2 \end{pmatrix}$$

является  $\alpha$  — матрицей [4].

Тогда задача (1) — (3) имеет единственное обобщенное (в смысле определения 1) решение  $(x(t), \theta) \in D_1 \times E^N$ , которые можно найти методом последовательных приближений.

Доказательство. Следуя [9, 11], введем операторы

$$x(h_{ij}(t)) = \left( x_0 + \int_0^{h_{ij}(t)} \varphi(s) ds \right) \delta(h_{ij}(t)), \quad (4)$$

$$\dot{x} h_{ij}(t) = \varphi(h_{ij}(t)) \delta(h_{ij}(t)), \quad (5)$$

$$\text{где } \delta(\xi) = \begin{cases} 1, & \text{при } \xi \in [0, T] \\ 0, & \text{при } \xi \in [0, T], \varphi \in L_1 \end{cases}$$

Тогда задача (1) — (3) эквивалентна операторному уравнению

$$u = Qu, \quad (6)$$

где  $u = (\varphi, \theta)'$ ,  $Qu = (Q_1 u, Q_2 u)'$ , знак' означает транспонирование,  
 $Q_1 u = f(t, x(h_{00}(t)), \dots, x(h_{0m_0}(t)), \dot{x}(h_{10}(t)), \dots, \dot{x}(h_{1m_1}(t)), \theta)$

$$Q_2 u = \Phi \left( x_0 + \int_0^t \varphi(s) ds, \theta \right).$$

Докажем, что оператор  $Q$  отображает обобщенное полное метрическое пространство  $W$  элементов  $u = (\varphi, \theta)'$  с метрикой

$$(\|\bar{u} - u\|_W, \|\bar{\varphi} - \varphi\|_1, \|\bar{\theta} - \theta\|_{E^N}) \quad \text{в себя,}$$

где  $\|\varphi - \bar{\varphi}\|_{L_1} = \int_0^t \|\varphi - \bar{\varphi}\| ds.$

Операторы  $x = (h_{0j}(t))$ ,  $j = 0, 1, 2, \dots, m_0$  действуют из  $L_1$  в  $L_1$ . В силу условия (3) операторы  $\dot{x} = (h_{1j}(t))$ ,  $j = 1, 2, \dots, m_1$  также действуют из  $L_1$  в  $L_1$ . Следовательно в силу условий 1), 2) оператор  $Q_1$  действует из  $L_1 \times E^N$  в  $L_1$  таким образом, оператор  $Q$  действует из  $W$  в  $W$ .

С другой стороны, учитывая условия 2), 4), легко установить справедливость неравенства

$$\|Qu_2 - Qu_1\|_W \leq \alpha \|u_2 - u_1\|_W,$$

где  $\alpha$  — матрица, фигурирующая в условии (5).

По условию (5)  $\alpha$  является  $\alpha$ -матрицей. Следовательно, по принципу обобщенных сжимающих отображений [4] уравнение (6) имеет единственное решение  $u$ .

При этом из (6) следует что если  $\varphi \in L_1$  первая компонента неподвижной точки оператора  $Q$ , то  $x(t) = x_0 + \int_0^t \varphi(s) ds$  является абсолютно непрерывной вектор-функцией. При условиях теоремы 1 к операторному уравнению (6) применим метод последовательных приближений, т. е. неподвижная точка оператора  $Q$  может быть найдена как предел последовательности  $\{u_n\}$ , где

$$u_n = Qu_{n-1}, \quad n = 1, 2, \dots$$

С помощью последовательности  $\{x_n(t)\}$ ,  $x_n(t) = x_0 + \int_0^t \varphi_n(s) ds$  можно определить и  $x(t)$  первую компоненту решения  $(x(t), \theta)$  задачи (1)–(3). Теорема доказана.

**Теорема 2.** Пусть выполнены условия:

- 1)  $f$  — непрерывна по совокупности аргументов;
- 2)  $f$  — удовлетворяет условию Липшица

$$\begin{aligned} & \|f(t, x(h_{00}), \dots, x(h_{0m_0}), \dot{x}(h_{10}), \dots, \dot{x}(h_{1m_1}), \theta) - \\ & - f(t, \bar{x}(h_{00}), \dots, \bar{x}(h_{0m_0}), \dot{\bar{x}}(h_{10}), \dots, \dot{\bar{x}}(h_{1m_1}), \bar{\theta})\| \leq \\ & < \sum_{i=0}^1 \sum_{l=1}^{m_i} N_{ij} \|x^{(i)}(h_{ij}) - \bar{x}^{(i)}(h_{ij})\|_{E^N} + N_0 \|\theta - \bar{\theta}\|_{E^N} \end{aligned}$$

3) функции  $h_{ij}(t)$ ,  $i = 0, 1$ ;  $j = 1, 2, \dots, m_i$  непрерывны при  $t \in J$  и такие, что при  $t \in J$ ,  $h_{ij}(t) \in J$ ;

4) условие (3) в постановке задачи (1)–(3) имеет вид  $F(x, \theta) = 0 - \Phi(x, \theta) = 0$ , причем  $\Phi(x, \theta)$  удовлетворяет условию Липшица:

$$\|\Phi(x, \theta) - \Phi(\bar{x}, \bar{\theta})\| \leq R_1^0 \|x - \bar{x}\|_{C^1} + R_2^0 \|\theta - \bar{\theta}\|_{E^N}$$

5) Кроме того матрица

$$\alpha = \begin{pmatrix} \sum_{i=0}^{m_0} N_{0i} T + \sum_{j=0}^{m_1} N_{1j} & N_0 \\ R_1^0 T & R_2^0 \end{pmatrix}$$

является  $\alpha$ -матрицей.

Тогда задача (1)–(3) имеет единственное классическое (в смысле определения 2) решение  $(x(t), \theta) \in C^1 \times E^N$ , которое можно найти методом последовательных приближений.

Теорема 2 доказывается аналогично теореме 1 с учетом соответствующих видоизменений.

В следующей теореме предполагается, что вектор-функция  $f$  и вектор-функционал  $\Phi$  по  $\theta$  определены в конечной области  $\Omega = \{\|\theta\| \leq R\}$ . Справедлива и следующая

**Теорема 3.** Пусть выполняются все условия теоремы 1, кроме того 1) для некоторого  $\rho > 0$  имеют место неравенства

$$\|f(t, x_0, \dots, \dot{x}_0, \theta)\| < \rho(1 - \beta) \quad (\beta < 1)$$

2) вектор-функционал  $\Phi$  отображает множество

$$S_\rho \times \Omega \text{ в } \Omega, \text{ где } S_\rho = \{\varphi : \|\varphi\|_{L_1} \leq \rho, \rho > 0\}$$

Тогда задача (1)–(3) имеет единственное решение  $(x(t), \theta)$ , при этом

$$\|x(t)\|_{L_1} \leq \|x_0\| + \rho.$$

**Замечание 1.** Вместо задачи (1)–(3) можно рассматривать более общую задачу, в которой вместо уравнения (1) фигурирует интегральное уравнение с отклоняющимся аргументом.

**Замечание 2.** К исследуемым задачам можно применять метод Ньютона Канторовича.

**Замечание 3.** С помощью принципа Шаудера можно доказать теорему существования рассматриваемой задачи.

**Замечание 4.** Теорема, аналогичная теореме 1, 2 справедлива и в том случае, когда вместо обобщенных метрических пространств рассматриваются обычные метрические пространства.

#### Литература

1. Бадоев А. Л. Сообщения АН Груз. ССР, т. 49, № 3, 517–522, 1968.
2. Каменский Г. А., Мышкис А. Д. Дифференциальные уравнения, т. 10, № 12, 2137–2146, 1974.
3. Камке Э. Интеграл Лебега—Стилтьеса. ИЛ, 1959.
4. Перов А. И. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений, вып. 2, 115–134, Киев, 1964.
5. Сваричевская Н. А., Ягубов М. А. ДАН Азерб. ССР, № 4, 3–7, 1975.
6. Сеидов З. Б. УМЖ, т. 26, № 5, 671–677, 1974.
7. Сеидов З. Б. Дифф. уравнения, т. 12, № 3, 562–566, 1976.
8. Хартман Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Мир, 1970.
9. Шамилов А. Х. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-тех. и матем. наук, № 2, 86–94, 1979.
10. Шамилов А. Х. Уч. зап. АГУ им. С. М. Кирова, серия физ.-матем. наук, № 3, 50–56, 1978.
11. Шамилов А. Х. ДАН Азерб. ССР, № 12, т. 34, 3–7, 1978.

Институт математики и механики

Поступило 30. X 1981

Ф. Г. Максудов, М. С. Халилов, Э. Х. Шамилов  
**ГЕЈРИ-ХЭТТИ МЕЈЛ ЕДЭН АРГУМЕНТЛИ НЕЈТРАЛ ТИП ТЭНЛИК  
 ҮЧҮН ПАРАМЕТРЛИ СЭРХЭДД МЭСЭЛЭСИ**

Мөгаләдә бәзи функционал фәзаларда гејри-хәтти мејл едән аргументли нејтрал тип тәнлик үчүн параметрли сәрхәдд мәсәләси һәллини варлыг вә јекәнәлији тәд-гиг олунмушдур.

F. G. Maksudov, M. S. Khalilov, A. Kh. Shamilov

**BOUNDARY PROBLEM WITH A PARAMETER FOR NON-LINEAR  
 DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH A DEFLECTIVE ARGUMENT OF  
 A NEUTRAL TYPE**

In some functional spaces problems of existence and uniqueness of the solution of the boundary problem with a parameter for the non-linear differential equations with deflecting argument of a neutral type are investigated in this paper.

УДК 530.145

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

С. А. ГАДЖИЕВ, В. А. ПЕТРОСЯН

**МОДЕЛЬ ОПЕРАТОРА АДРОННОЙ ВАКУУМНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ  
 В СТЕРЕОГРАФИЧЕСКОЙ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ ИМПУЛЬСНОГО  
 ПРОСТРАНСТВА ПОСТОЯННОЙ КРИВИЗНЫ**

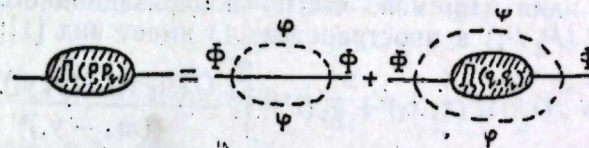
(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Ф. Г. Максудовым)

В работе [1] нами в „радужном“ приближении исследованы модель оператора адронной вакуумной поляризации в импульсном пространстве постоянной кривизны с группой движения  $SO(2,3)$ . При этом, все вычисления производились в ортогональной параметризации этого пространства [3].

В данной работе мы в „радужном“ приближении исследуем „перенормируемую“ модель (в плоском псевдоевклидовом пределе соответствует перенормируемой модели с взаимодействием  $\frac{\lambda^2}{2!} \Phi^2 \varphi^2$ )

оператора адронной вакуумной поляризации в стереографической параметризации импульсного пространства постоянной кривизны с группами движения де-Ситтера  $SO(2,3)$  и  $SO(4,1)$ . Для простоты принимаем массу поля  $\varphi$ , которая равна нулю.

Суммирование соответствующего класса диаграмм приводит к интегральному уравнению, схематически показанному на рисунке.



Рассмотрим поверхности второго порядка в пятимерном импульсном пространстве с декартовыми координатами  $(P_0, \vec{P}, P_4)$ :

$$P_0^2 - \vec{P}^2 + \frac{1}{l^2} P_4^2 = \frac{1}{l^2} = M^2 \quad (1)$$

$$P_0^2 - \vec{P}^2 - \frac{1}{l^2} P_4^2 = -\frac{1}{l^2} = -M^2 \quad (2)$$

В формулах (1) и (2) принято  $\hbar = c = 1$ . Группой движения пространства (1) является группа  $SO(2,3)$ , а пространства (2) группа  $SO(4,1)$ . Здесь  $M$  — „фундаментальная масса“, а обратная ей величина  $l = \frac{1}{M}$  — „фундаментальная длина“ [2].



В основе принципа соответствия между теорией в импульсном пространстве постоянной кривизны и обычной теорией лежит тождественность геометрии де-Ситтера плоской псевдоевклидовой геометрии пространства Минковского в пределе малых 4-х импульсов  $|P| \ll \frac{1}{l}$  (формально при  $l \rightarrow 0$ ). В дальнейшем мы будем использовать систему единиц, в которой  $h=c=l=M=1$ . Плоскому псевдоевклидову пределу в этих единицах соответствует область  $|P_0| \ll 1$ ,  $|\vec{P}| \ll 1$ , причём  $P_4 = 1$ .

Параметризация, отвечающая стереографической проекции, возникает в результате проектирования точек гиперсферы (1) или (2) из полюса  $(0, 0, 0, 0, 1)$  на касательную плоскость  $P_4 = -1$ . Координаты  $P_\mu$  и  $P_4$  в стереографической проекции для пространства (1) имеют вид [3]:

$$P_\mu = \frac{\kappa_\mu}{1 + \frac{\kappa^2}{4}}, \quad P_4 = \frac{1 - \frac{\kappa^2}{4}}{1 + \frac{\kappa^2}{4}}, \quad \mu = 0, 1, 2, 3. \quad (3)$$

а для пространства (2):

$$P_\mu = \frac{\kappa_\mu}{1 - \frac{\kappa^2}{4}}, \quad P_4 = \frac{1 + \frac{\kappa^2}{4}}{1 - \frac{\kappa^2}{4}}. \quad (4)$$

Из последних формул видно, что  $P_2 > 0$  при  $|\kappa^2| < 4$  и  $P_4 < 0$  если  $|\kappa^2| > 4$ . Частицы с  $P_4 < 0$  будем называть "аномальными", поскольку значения из этой области соответствуют уравнению  $(P_4 + m_4)\chi(P_1, P_4) = 0$  [2], которое в плоском пределе не имеет аналога в  $P$ -пространстве Минковского. Таким образом в стереографической проекции можно учесть оба знака компоненты  $P_4$  пятимерного вектора  $P_4$  ( $P_0, \vec{P}, P_4$ ).

Уравнение для мнимой части поляризованного оператора  $I_m \Pi(P_1, P_4) = J(P_1, P_4)$  в пространстве (1) имеет вид [1]:

$$J(x, x_4) = \psi(\lambda^2) \Omega(x, x_4) + \psi_2(\lambda^2) \int_{x_1}^{m_4} \frac{\Omega(y, y_4) J(y, y_4) dy_4}{(m_4 - y_4)^2}, \quad (5)$$

где  $x = p^2, y = q^2, x_4 = \sqrt{1-x}, m_4 = \sqrt{1-m^2}$

$$\Omega = 2\pi^2 (1 - m_4) \int_0^0 \text{sh}^2 u du \quad (6)$$

$$0 = \frac{1}{2} \ln \left| \frac{1 - x_4}{1 - m_4} \right|$$

Если (6) произвести интегрирование с учетом (3) и подставить в (5), то получим следующее интегральное уравнение:

$$J(t) = \frac{\pi \lambda^2}{16} \left[ \frac{t^2 \left(1 + \frac{M^2}{4}\right) - M^4}{8t \left(1 + \frac{M^2}{4}\right)^2} - \frac{M^2}{4 \left(1 + \frac{M^2}{4}\right)} \ln \left| \frac{t \left(1 + \frac{M^2}{4}\right)}{M^2} \right| \right] \times$$

$$0 \left( t - \frac{M^2}{1 + \frac{M^2}{4}} \right) + g^2 \left( 1 + \frac{M^2}{4} \right) \times$$

$$\int_{\frac{M^2}{1 + \frac{M^2}{4}}}^{1 - \frac{1}{4}} \frac{\left[ \frac{t^2 \left(1 + \frac{z}{4}\right) - z^2}{8t \left(1 + z/4\right)^2} - \frac{z}{4 \left(1 + z/4\right)} \ln \left| \frac{t \left(1 + \frac{z}{4}\right)}{z} \right| \right] J(z) dz}{(z - M^2)^2} \quad (7)$$

где

$$t = \frac{x}{1 + x/4}, \quad x = \kappa^2$$

Четырехкратным дифференцированием по  $t$  уравнение (7) сводится к дифференциальному уравнению четвертого порядка:

$$[t [t J(t)]''']' = \frac{g^2 J(t)}{4 \left( t - \frac{M^2}{1 + \frac{M^2}{4}} \right)^2}, \quad (8)$$

где наложены следующие граничные условия:

$$tJ \Big|_{t = \frac{M^2}{1 + \frac{M^2}{4}}} = [tJ]' \Big|_{t = \frac{M^2}{1 + \frac{M^2}{4}}} = [tJ]'' \Big|_{t = \frac{M^2}{1 + \frac{M^2}{4}}} = 0 \quad (9)$$

$$[tJ]''' \Big|_{t = \frac{M^2}{1 + \frac{M^2}{4}}} = \frac{\pi \lambda^2 \left( 1 + \frac{M^2}{4} \right)}{64 M^2}$$

Преобразуя левую часть уравнения (8) в произведение двух взаимно коммутирующих гипергеометрических операторов, получим:

$$D^+ D^{(-)} J(\xi) = 0, \quad (10)$$

где  $L^{(\pm)} = \xi(1-\xi) \frac{d^2}{d\xi^2} + (2-\xi) \frac{d}{d\xi} + \left( \frac{1}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{1+g^2} \right)$

Сравнение с гипергеометрическим уравнением Гаусса

$$\xi(1-\xi) y'' + [\gamma - (\alpha + \beta + 1)\xi] y' - \alpha\beta y = 0$$

даёт

$$\gamma^{(\pm)} = 2, \quad |\alpha^{(\pm)}| = |\beta| = \Delta^{(\pm)} = \sqrt{\frac{1}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{1+g^2}}$$

Поскольку  $\gamma^{(\pm)} = 2$  — целое число, то решение уравнения (8) с учётом граничных условий (9) можно окончательно записать в виде:

$$J(x) = \frac{\pi \lambda^2 M^2}{32 (4 \pm M^2) \sqrt{1+g^2}} \left[ 1 - \frac{x \left( 1 \pm \frac{M^2}{4} \right)}{M^2 \left( 1 \pm \frac{x}{4} \right)} \right]^2 \times$$

$$\begin{aligned} & \times F\left(2-\Delta^{(+)}, 2+\Delta^{(+)}, 3; 1-\frac{x\left(1\pm\frac{M^2}{4}\right)}{M^2\left(1\pm\frac{x}{4}\right)}\right) - \\ & - F\left(2-\Delta^{(-)}, 2+\Delta^{(-)}, 3; 1-\frac{x\left(1\pm\frac{M^2}{4}\right)}{M^2\left(1\pm\frac{x}{4}\right)}\right), \end{aligned} \quad (11)$$

где верхние знаки (+) соответствуют  $J(x)$  в пространстве (1) с группой движения  $SO(2, 3)$ , а нижние знаки (-) в пространстве (2) с группой движения  $SO(4, 1)$ .

Решение (11) аналитично в окрестности точки  $g^2=0$ , имеет точку ветвления по константе связи при  $g^2=-1$  и определяет таким образом мнимую часть оператора поляризации вакуума в нашей модели при нулевой массе поля  $\varphi$ .

При  $x \rightarrow M^2$  (11) удовлетворяет также условиям нормировки поляризационного оператора [1].

В импульсном пространстве с положительной кривизной (1) в случае  $P_4 > 0$  при  $2 \gg \frac{M^2}{1+\frac{M^2}{4}} \approx 0$  и  $x \rightarrow 4$  из (11) получим:

$$J(x) = \frac{\pi\lambda^2 M^2}{16(4+M^2)\sqrt{1+g^2}} \cdot \frac{\Gamma(2\Delta^{(+)})}{\Gamma(1+\Delta^{(+)})\Gamma(2+\Delta^{(+)})} \left[ \frac{x\left(1+\frac{M^2}{4}\right)}{M^2\left(1+\frac{x}{4}\right)} \right]^{\Delta^{(+)}-1} \quad (12)$$

Тогда для полного сечения  $e^+ e^-$  — аннигиляции в адроны будем иметь:

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{tot}}^{\text{SO}(2,3)}(e^+ e^- \rightarrow \text{адроны}) &= \frac{\pi\lambda^2}{64\sqrt{1+g^2}} \times \\ & \times \frac{\Gamma(2\Delta^{(+)})}{\Gamma(1+\Delta^{(+)})\Gamma(2+\Delta^{(+)})} \left[ \frac{S\left(1+\frac{M^2}{4}\right)}{M^2\left(1+\frac{S}{4}\right)} \right]^{\Delta^{(+)}-1} \end{aligned} \quad (13)$$

где  $S$  — квадрат энергии  $e^+ e^-$  — пары в системе центра инерции. Из (13) видно, что при  $S \rightarrow 4$  полное сечение  $\sigma_{\text{tot}}$  выходит на константу. Аналогично можно показать, что для „аномальных“ частиц при  $x \gg 4$ ,

$4 \gg \frac{M^2}{1+\frac{M^2}{4}} \approx 0$ ,  $\sigma_{\text{tot}}$  также выходит на константу. В пространстве (2) для частиц с  $P_4 > 0$  при  $x \rightarrow 4$  получим:

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{tot}}^{\text{SO}(4,1)}(e^+ e^- \rightarrow \text{адроны}) &= \frac{\pi\lambda^2}{64\sqrt{1+g^2}} \times \\ & \times \frac{\Gamma(2\Delta^{(+)})}{\Gamma(1+\Delta^{(+)})\Gamma(2+\Delta^{(+)})} \left[ \frac{S\left(1-\frac{M^2}{4}\right)}{M^2\left(1-\frac{S}{4}\right)} \right]^{\Delta^{(+)}-1} \end{aligned} \quad (14)$$

то есть в данном случае при  $S \rightarrow 4$  полное сечение  $\sigma_{\text{tot}}$  имеет степенной рост. При помощи (14) можно вычислить среднюю множественность рождения  $\langle n \rangle$  для процесса  $e^+ e^- \rightarrow$  адроны [1]:

$$\begin{aligned} \langle n \rangle &= 1 - \frac{g^2}{2(1+g^2)} + \\ & + g^2 \frac{\partial \Delta^{(+)}}{\partial g^2} \left\{ \eta(2\Delta^{(+)}) - \eta(2+\Delta^{(+)}) - \eta(1+\Delta^{(+)}) + \ln \left[ \frac{S\left(1-\frac{M^2}{4}\right)}{M^2\left(1-\frac{S}{4}\right)} \right] \right\} \end{aligned} \quad (15)$$

т.е., для  $\langle n \rangle$  имеет место логарифмический рост при увеличении  $S$  ( $\eta$  — логарифмические производные гамма-функций). При сверхвысоких энергиях, когда  $S \gg 4$  возникает ограничение на константу связи  $\Delta^{(+)}-1 = 2n$ , то есть  $g^2 = 8n(2n+1)$  ( $n=0, 1, 2, 3, \dots$ ).

Тогда при  $g^2 = 8n(2n+1)$  в области  $S \approx 4 \pm \epsilon$  ( $\epsilon \approx 0$ ) возникает „резонанс“, а при  $S \gg 4$  полное сечение и средняя множественность  $\langle n \rangle$  выходят на константу. Аналогичный эффект имеет место и для „аномальных“ частиц при ограничении  $4 \gg \frac{M^2}{1-M^2/4} \approx 0$ .

Из приведенных рассуждений можно сделать вывод, имеющий, по-видимому, принципиальное значение. А именно, расстояния порядка фундаментальной длины являются практически пределом, до которого можно „зондировать“ структуру элементарных частиц при сверхвысоких энергиях.

В заключение мы считаем приятным долгом поблагодарить проф. В. Г. Кадышевского за внимание к работе и советы в процессе написания статьи.

#### Литература

1. Гаджиев С. А., Петросян В. А. Сб. трудов АГУ им. С. М. Кирова „Физика атомов и элементарных частиц“, 1980. 2. Кадышевский В. Г. Лекции в школе по физике элементарных частиц, 13–19 ноября. Тбилиси, 1973. 3. Кадышевский В. Г. „ДАН СССР“, т. 147, № 3, 1962.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 7. IV 1981

С. Э. Начыјев, В. А. Петросјан

#### САБИТ ЭРИЛИКЛИ ИМПУЛС ФЭЗАСЫНДА АДРОНЛАРЫН ПОЛЈАРИЗАЦИЈА ОПЕРАТОРУНУН МОДЕЛИ

Магаләдә сабит эрилијә малик импулс фэзасында адронларын полјаризасија оператору фэзанын стереографик параметрларинә көрә тәһлил едилір. Мүәјјән јахылашмада, полјаризасија операторунун хәјали һиссәси үчүн дәғиг интеграл тәһлик алыныр, онун һәлли тапылыр вә  $e^+ e^-$  — чүтүни адронлара чеврилмәсинин там кәсији һесаблиныр.

S. A. Gadjiyev, V. A. Petrosyan

#### MODEL OF THE OPERATOR OF POLARISATION WITH A MOMENTUM SPACE OF CONSTANT CURVATURE IN STEREOGRAPHIC PROJECTION

In this paper model of the operator of polarisation with a momentum space of constant curvature in stereographic projection with de-Sitter group of the motion  $SO(2,3)$  and  $SO(4,1)$  is investigated.

Accurate solution of equation for absorptive part of the operator of polarisation in „rainbow“ diagram approximation is calculated.

А. Ш. АБДИНОВ, Р. Р. АГАЕВ, чл.-корр. Э. Ю. САЛАЕВ, Г. С. СЕНДЛИ

**КИНЕТИКА ФОТОПРОВОДИМОСТИ МОНОКРИСТАЛЛОВ  $P=Cd_xHg_{1-x}Te$  В СКРЕЩЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ И МАГНИТНОМ ПОЛЯХ**

В последние годы интенсивно изучаются электрические и фотоэлектрические свойства монокристаллов твердых растворов  $Cd_xHg_{1-x}Te$ . Это, прежде всего, вызвано уникальным свойством этих монокристаллов, обусловленным так называемой инверсной зонной структурой. С другой стороны, изучение времени релаксации неравновесных неосновных носителей тока приводит к выявлению механизмов рекомбинации, а также путей управления этого параметра под действием внешних воздействий.

В настоящей работе приводятся данные, полученные нами при экспериментальном исследовании кинетики фотопроводимости монокристаллов  $p=Cd_xHg_{1-x}Te$  в скрещенных взаимно-перпендикулярных электрическом и магнитном полях. Измерения проводились при температуре 80К в магнитном поле напряженностью  $H=2КЭ$ .

Исследуемые образцы с размерами  $0,15 \times 0,20 \times 0,030 \text{ мм}^3$  вырезались из крупных монокристаллических слитков  $p=Cd_xHg_{1-x}Te$ . На основе предварительных электрических и холловских измерений установлено, что при температуре 80К концентрация равновесных носителей тока ( $P_0$ ), удельное темновое сопротивление ( $\rho_0$ ) и отношение подвижностей ( $\mu_n, \mu_p$ ) в них составляют  $2 \times 10^{15} \text{ см}^{-3}$ ,  $5 \times 10^2 \text{ ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$  и  $2 \times 10^2$  соотв тственно.

Источником монохроматического излучения с длиной волны  $\lambda=10,6 \text{ мкм}$  служил газовый лазер на  $CO_2$ . Прямоугольные импульсы с фронтами нарастания и спада  $\tau_{11}=4 \times 10^{-9} \text{ с}$  получались при помощи электрооптического модулятора типа МЛ-8, работающего в режиме бегущей волны, управляемого высоковольтным двухэлектродным электронским разрядником. Во всех рассмотренных случаях выполнялось условие  $\tau_{11} \ll \tau_0$ , где  $\tau_0$  — времена жизни неравновесных неосновных носителей тока в исследуемых образцах.

Релаксационные кривые фототока визуально наблюдались на экране осциллографа типа С7-8 при необходимости регистрировались подключенным к осциллографу двухкоординатным самописцем ПДС-021 М.

Интенсивность падающего на образец излучения выбиралась такой, чтобы при отсутствии магнитного поля ( $H=0$ ) обеспечивался линейный режим фотопроводимости ( $\Delta n \ll n_0$ , где  $\Delta n$  — концентрация неравновесных, а  $n_0$  — равновесных электронов).

Для обеспечения разнородности скорости поверхностной рекомбинации на противоположных (относительно светового пучка) гранях образца освещаемая грань его предварительно подвергалась полировке и последовательному травлению в кислотном и полирующем травите-

лях [1], а противоположная грань (для получения большой скорости поверхностной рекомбинации) подвергалась шлифовке крупнозернистым порошком.

На рис.1 приведены характерные кривые релаксации фототока при различных значениях напряженности приложенного электрического поля ( $E$ ). В рассмотренном случае взаимная ориентация электрического ( $E$ ) и магнитного полей ( $H$ ) выбиралась так, чтобы носители

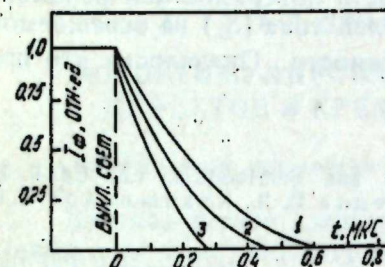


Рис. 1. Кинетика фототока при различных напряженностях электрического поля  $E, В/см$ : 1—0,5; 2—2; 3—7;  $H=2КЭ$ ;  $T=80К$ .

тока под действием силы Лоренца прижимались к освещенной грани кристалла. Как видно из рисунка, с ростом напряженности приложенного к образцу электрического поля, скорость спада фототока после прекращения генерации носителей тока увеличивается.

При изменении полярности электрического поля, когда неосновные носители тока прижимаются к неосвещенной грани образца, наблюдается линейная зависимость времени релаксации от  $E$  (рис. 2).

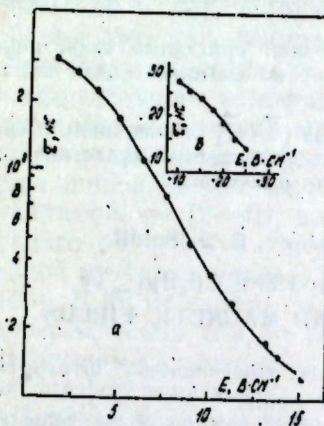


Рис. 2. Зависимость времени релаксации фототока от напряженности электрического поля: а— $E>0$ ; б— $E<0$ ;  $H=2КЭ$ ;  $T=80К$ .

На основе полученных данных определены времена релаксации  $\tau_{rel}$  неравновесной проводимости в двух случаях: когда фотогенерированные носители тока притягиваются к поверхности с малой скоростью поверхностной рекомбинации (рис. 2а) и когда они притягиваются к грани с большой скоростью поверхностной рекомбинации (рис. 2б).

Как видно из рис. 2, для образца, имеющего поверхность, характеризующуюся различной скоростью поверхностной рекомбинации ( $S$ ), зависимость  $\tau_{rel}(E)$  заметно зависит от направления электрического поля через образец. Когда электрическое поле  $E$  направлено так, что носители тока под действием силы Лоренца притягиваются к поверхности с большой скоростью поверхностной рекомбинации, зависимость  $\tau_{rel}(E)$  подчиняется степенному закону  $\tau_{rel} \sim E^{-2}$ . В случае же

отклонения носителей к освещаемой грани, с ростом напряженности электрического поля  $\tau_p$  линейно уменьшается.

Установленные в эксперименте зависимости  $\tau_p(E)$  могут быть объяснены на основе изменения отношения темпов генерации и рекомбинации неравновесных неосновных носителей тока под действием поперечного магнитного поля [2].

Из наклона зависимости  $(1/E)$ , при более высоких напряженностях электрического поля  $E$  определена скорость поверхностной рекомбинации неосновных неравновесных носителей тока ( $S_{11}$ ) на освещаемой грани при известном значении их подвижности. Оказалось, что при этом  $S_{11}$  составляет  $\sim 4,5 \times 10^2$  см/с.

#### Литература

1. Long D., Schmit J. L. Semiconductors and Semimetals, v.5. Ed. R. K. Vilderson. Academic Press, 1970. 2. Бонч-Бруевич В. Л., Калашников С. Г. Физика полупроводников. М., 1977.

Поступило 8. VII 1981

Ә. Ш. Абдинов, Р. Р. Агаев, Е. Ю. Салаев, Г. С. Сеидли

### ЧАРПАЗ ЭЛЕКТРИК ВЭ МАГНИТ САҲЭЛЭРИНДЭ ЈЕРЛЭШДИРИЛМИШ $Cd_xHg_{1-x}Te$ МОНОКРИСТАЛЛАРЫНЫН ФОТОКЕЧИРИЧИЛИЈИНИН КИНЕТИКАСЫ

Тэчрүби оларга чарпаз электрик вэ магнит саһэсиндэ гаршылыгы перпендикуляр истигамэтдэ Јерлэшдирилмиш  $Cd_xHg_{1-x}Te$  монокристалларынын фотокечиричилијинин релаксацијасы тэдгиг олуи мушдур.

Тэчрүбэдэ фотокечиричилијин релаксација мүддэтинин кристалдын сэтһлэринин ишлэнмэсиндэн, магнит вэ электрик саһэлэринин гижмэт вэ истигамэтиндэн асыллыгылары өјрэнилмишдир.

Тэчрүбэлэр нэтичэсиндэ көстэрилмишдир ки, чарпаз  $[E \times H]$  саһэлэринин тэсириндэ Јашама мүддэтинин идарэ етмэк олар. Бундан башга релаксација мүддэтинин саһэдэн асыллыгындан сэтһи релаксација мүддэти тэјин едилмишдир.

A. Sh. Abdinov, R. R. Agaev, E. Yu. Salaev, G. S. Seidli

### KINETICS OF PHOTOCONDUCTIVITY OF $p$ -TYPE $Cd_xHg_{1-x}Te$ MONOCRYSTALS IN CROSSED ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS

$p$ -type  $Cd_xHg_{1-x}Te$  photoconductivity relaxation is experimentally investigated in mutually perpendicular crossed electric and magnetic fields.

Photoconductivity relaxation time dependence on surface working state, value and direction of electric and magnetic fields is studied, surface recombination rate is estimated from field dependence of relaxation time at sample faces.

It is shown that one can control the relaxation time which defines the sluggishness of detectors.

Т. Д. ДЖАФАРОВ, Т. В. ЦЫГАНОВА

### ФОТОСТИМУЛИРОВАННЫЙ ОТЖИГ РАДИАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ В КРЕМНИИ И АРСЕНИДЕ ГАЛЛИЯ

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

Взаимодействие ядерных излучений высоких энергий с твердыми телами, как известно [1], приводит к возникновению в кристаллической решетке структурных дефектов. Многие радиационные дефекты термически стабильны при комнатной температуре и при последующем отжиге образцов благодаря увеличению подвижности «залечиваются» или трансформируются в другие виды дефектов, или в комплексы. Основным фактором, определяющим отжиг радиационных дефектов, является величина их подвижности. На скорость отжига таких дефектов могут оказывать существенное влияние, наряду с температурой, также другие внешние воздействия (электрическое поле, упругая деформация, освещение и др.). Например, электромагнитное излучение из области собственного или примесного поглощения полупроводника может способствовать перезарядке дефектов, а тем самым и изменить величину их эффективного коэффициента диффузии. В то время как результаты исследования влияния мощных импульсов лазерного излучения на отжиг радиационных дефектов, введенных при ионном легировании полупроводников, в настоящее время интенсивно обсуждаются в печати (например, см. [2—4]), вопросам отжига дефектов нейтронного и электронного облучения в полупроводниках при освещении (с относительно низкой интенсивностью  $(1—10)$  Вт/см<sup>2</sup>) посвящено значительно меньше работ. В [5] из измерений эффекта Холла показано, что освещение при изотермическом отжиге образцов кремния, предварительно облученных электронами с энергией 1 МэВ, ускоряет распад  $E$ -центров (комплексов фосфор-вакансия), создающих акцепторный уровень  $E = 0,4$  эВ. В этой связи представляет интерес исследовать влияние света на отжиг других типов радиационных дефектов в кремнии, а также в более сложных полупроводниках.

Представлены результаты исследования влияния освещения на отжиг дефектов нейтронного облучения в кремнии и арсениде галлия по измерениям спектров пропускания. В кремнии наблюдение велось за пиком поглощения при 1,8 мкм, возникающим в результате нейтронного облучения и обусловленным ионизацией отрицательно заряженной дивакансии, а в арсениде галлия — за областью длин волн 0,86—10 мкм, обнаруживающей дополнительное бесструктурное поглощение при нейтронном облучении.

Образцы кремния  $n$ -типа, легированные фосфором, и арсенида галлия  $n$ -типа, легированные теллуrom ( $n = 6 \cdot 10^{17}$  см<sup>-3</sup>,  $\mu = 3340$  см<sup>2</sup>)

В. с. облучались потоком быстрых нейтронов ( $2 \cdot 10^{18}$  нейтр/см<sup>2</sup>) при температуре, не превышающей 50°C. В результате нейтронного облучения образцы стали высокоомными дырочной проводимости. Спектры

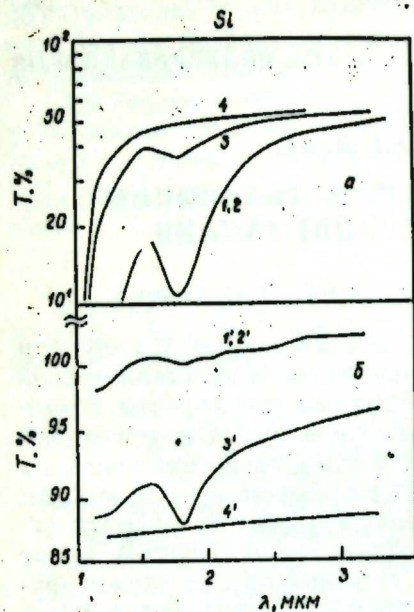


Рис. 1. Одноточные (а) и дифференциальные (б) спектры пропускания нейтронно-облученных образцов кремния после различных стадий фотостимулированного отжига ( $t=30$  мин): 1, 1'—до отжига; 2, 2'; 3, 3'; 4, 4'—после отжига при 100, 220 и 260 °C соответственно

пропускания облученных образцов кремния и арсенида галлия показаны на рис. 1 и 2 соответственно. Из рис. 1, а (кр. 1) видно, что у облученного нейтронами кремния проявляется селективное поглощение при 1,8 мкм, обусловленное дивакансиями, тогда как у арсенида галлия (рис. 2, кр. 1) наблюдается сдвиг края основного поглощения в длинноволновую область спектра. В дальнейшем облученный нейтронами образец разрезался пополам, одна половина которого подвергалась изохронному отжигу под воздействием света (в течение 30 мин и 5 ч для Si и GaAs соответственно), вторая (контрольный образец) при той же температуре отжигалась в печи в темноте. В качестве источника света использовалась лампа накаливания мощностью 1 кВт. Для наблюдаемых изменений в оптическом спектре образцов, обусловленных воздействием света при отжиге, после каждого изохронного отжига снимался дифференциальный спектр пропускания образца, отжигавшегося светом. Наряду с этим, измерялись также спектры пропускания отдельных образцов (при  $T=300$  К).

Из рис. 1 видно, что нагрев образцов кремния светом способствует более быстрому уменьшению пика дивакансии при 1,8 мкм по сравнению с темновым образцом. Изохронный отжиг при 260°C приводит к исчезновению разницы в пропускании исследуемых образцов, что связано, как это следует из одноточных образцов (см. рис. 1, а, кр. 4), с полным отжигом дивакансий.

Нагрев облученных образцов арсенида галлия светом, как и в случае кремния, способствует большему их просветлению по сравнению с контрольными образцами, отжигавшимися в темноте (рис. 2). При этом с увеличением температуры отжига (интенсивности освещения) различие в кинетике отжига светового и темнового образцов возра-

стает. Поскольку полное восстановление дополнительного поглощения в арсениде галлия происходит при более высокой температуре (600°C) по сравнению с кремнием, в наших опытах после отжига при 300°C еще не наблюдается полного выравнивания пропускания световых и темновых образцов арсенида галлия.

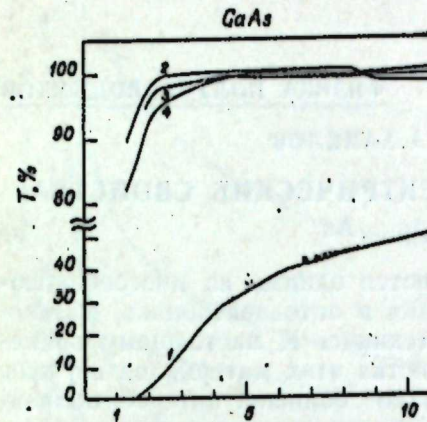


Рис. 2. Одноточные (1) и дифференциальные (2, 3, 4) спектры пропускания нейтронно-облученных образцов арсенида галлия после различных стадий фотостимулированного изохронного отжига ( $t=5$  ч): 2, 3, 4— $T=200, 250$  и  $300$  °C соответственно.

Таким образом, в образцах кремния и арсенида галлия при изохронном отжиге наблюдается фотостимулированный отжиг радиационных дефектов. В случае отжига дивакансий в кремнии можно предположить, что генерируемые светом носители тока перезаряжают вакансии с нейтрального состояния в отрицательное. Поскольку отрицательно заряженные вакансии в кремнии являются более подвижными, то такая перезарядка вакансий и приводит к более быстрому их отжигу на свету. Ускоренный отжиг разупорядоченных областей в арсениде галлия при освещении, ответственных за дополнительное бесструктурное поглощение облученных образцов в области 0,86—10 мкм, вероятно, также обусловлен перезарядкой дефектов (вакансий) при освещении.

Авторы выражают благодарность Б. И. Болтаксу за обсуждение результатов.

#### Литература

1. Коноплева Р. Ф., Литвинов В. Л., Ухин Н. А. Особенности радиационного повреждения полупроводников частицами высоких энергий. «Атомиздат», 1971.
2. Болотов В. В., Придачки Н. Б., Смирнов Л. С., ФТП, 10, 566, 1976.
3. Качурин Г. А., Нидаев Е. В. ФТП, 14, 424, 1980.
4. White C. W., Narayan J. Young, Science, 204, 461, 1979.
5. Kimerling L. C., Carnes C. P. J. Appl. Phys., 42, 3548, 1971.

Институт физики

Поступило 8.XII 1980

УДК 621 415.592.

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Акад. М. И. АЛИЕВ, Х. А. ХАЛИЛОВ

ВЛИЯНИЕ БЕСПОРЯДКА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛОВ  $Ga_xIn_{1-x}As$

Твердые растворы  $Ga_xIn_{1-x}As$  являются одними из многообещающих среди материалов для использования в оптоэлектронике, высокочастотных устройствах и в лазерной технике. К настоящему времени вопросы получения и различные свойства этих материалов изучены во многих работах [1—2, 5—7, 19]. Однако большой интерес, вызванный применением этих материалов (инфракрасные детекторы, фотокатоды и лазеры), обязывает исследовать совершенные монокристаллы для выяснения вопроса о механизме взаимодействия электронов с искаженной решеткой сплава в этой системе. Высокая концентрация примесей в сильновырожденных материалах; влияния межкристаллических границ в поликристаллах [14—15] и сильные напряжения, возникающие в эпитаксиальных слоях [2, 6—7], затрудняют изучению данного вопроса.

Теория подвижности при рассеянии на беспорядке [3] в отдельных случаях удовлетворительно согласуется с результатами эксперимента, например, в системе  $InAs - InP$ , и предсказывает его малый вклад в подвижность для других систем сплавов [5]. Экспериментальные результаты на эпитаксиальных пленках находятся в хорошем согласии с теорией рассеяния электронов на объемном заряде [6—7]. В этом случае центры объемного заряда в сплавах  $Ga_xIn_{1-x}As$  рассматриваются как структурные дефекты и локальные флуктуации состава [7], тогда как в исходном  $GaAs$  такими центрами считаются группы примесей. Поэтому трудно рассматривать изменение параметров сплава от состава в эпитаксиальных слоях как присущих твердым раствором свойств.

В этой работе приводятся экспериментальные результаты по изменениям холловской подвижности от состава (рис. 1) и температуры (рис. 2) в сплавах  $Ga_xIn_{1-x}As$ . Приводятся также теоретические расчеты подвижности от состава (рис. 1, кр. 3, 4) и температуры (рис. 2, кр. 3, 4) по теории Брукса [3] и Нишинага и др. [4]. Кроме того, по экспериментальным значениям подвижности электронов в сплавах  $Ga_xIn_{1-x}As$  и в исходном арсениде галлия вычислен вклад подвижности при рассеянии на беспорядке (рис. 1, кр. 1, а) в общий механизм взаимодействия носителей с решеткой сплава. Оценена также подвижность на объемном заряде в сплавах  $Ga_xIn_{1-x}As$  для сравнения с результатами эксперимента в эпитаксиальных слоях [2].

Как видно из рис. 1 (кр. 1), подвижность электронов монотонно падает с увеличением содержания арсенида индия в сплаве. Вначале происходит резкий спад подвижности от состава сплава, а затем

наблюдается более пологое ее изменение. В эпитаксиальных слоях (рис. 1, кр. 2) подвижность с составом изменяется сравнительно медленно [2]. Отсюда следует, что причины, приводящие к изменениям подвижности от состава сплава в этих двух случаях различные. К тому же известно, что при высоких подвижностях спад от состава должен

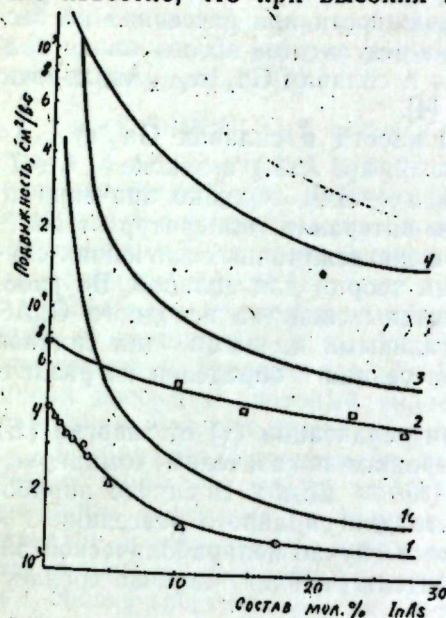


Рис. 1. Зависимость подвижности от состава в сплавах  $Ga_xIn_{1-x}As$ . Кр. (1, 1, а и 2)—экспериментальные результаты; (3, 4)—теории [3, 4]; ( $\Delta$ ,  $\square$ ,  $\odot$ )—данные работ [1, 2, 6], соответственно.

быть более резким, чем при низких ее значениях. Экспериментальные результаты показывают, что в эпитаксиальных слоях по сравнению с объемными монокристаллами, эта закономерность изменения подвижности не выполняется.

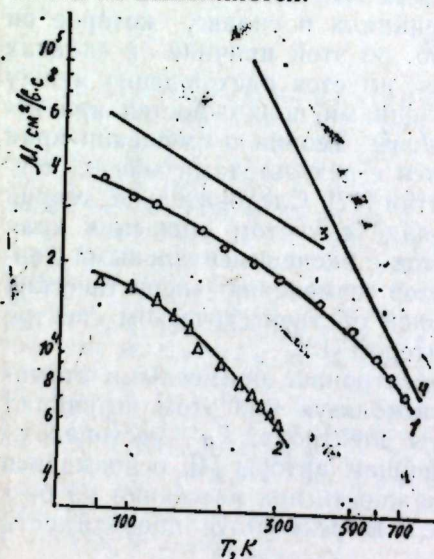


Рис. 2. Зависимость подвижности от температуры в сплавах  $Ga_xIn_{1-x}As$ . Кр.: 1—( $x=0,06$ ); 2—( $x=0,75$ ) [1]. (3, 4)—теории [3, 4].

Расчеты подвижности при рассеянии на беспорядке в обеих теориях [3, 4] совпадают с кр. 1, характеризующей результаты измерений на объемных монокристаллах. Причем результаты по теории Нишина-

га [4] (рис. 1, кр. 3) как качественно, так и количественно более близки к экспериментальным значениям, нежели расчетные значения по формуле Брукса. По-видимому, это связано с тем, что в первом случае учтено влияние смещения края зоны проводимости на подвижность в сплавах  $Ga_xIn_{1-x}As$  при малом содержании второго компонента. Экспериментальные значения вклада подвижности при рассеянии на беспорядке (рис. 1, кр. 1, а), полученные из результатов исследования подвижности электронов в исходном GaAs и сплавах  $Ga_xIn_{1-x}As$ , хорошо согласуются с теорией Нишинага и др. [4].

Температурная зависимость подвижности в сплавах  $Ga_xIn_{1-x}As$  ( $x=0,06$  и  $0,75$ ) в обоих случаях (рис. 2, кр. 1, 2,) в законе  $\mu \sim T^{\alpha}$  ( $78 \div 350^\circ K$ ) соответствует значению  $\alpha = -1/2$ . Однако значения и знак  $\alpha$  могут меняться в определенном интервале температур от положительного к отрицательному, что при промежуточных значениях случайно может совпадать с результатами теории для сплавов. Во избежание случайных совпадений нами учтены свойства исходного GaAs при сравнении теории с экспериментальными данными для сплавов  $Ga_xIn_{1-x}As$ . Кроме того, параметр рассеяния  $r$  определен из различных измерений.

Наблюдаемая зависимость времени релаксации ( $\tau$ ) от энергии ( $E$ ) и волнового вектора ( $K$ ) является хорошим показателем доминирующего механизма рассеяния, т. е.  $\tau = AK^{2r-1} dE/dk$ . В случае параболической зоны  $\tau = CE^r$ . Показано, что для сплавного рассеяния  $r = -1/2$  и это значение применимо также в случае непараболической зоны [12, 18]. Как видно из рис. 2, показатель степени  $r$  хорошо согласуется с теорией в интервале  $78 \div 350^\circ K$ .

По мнению некоторых авторов [11, 8], формула Брукса удовлетворительно характеризует подвижность электронов при рассеянии на беспорядке,

$$\mu = \frac{(2\pi)^{1/2} \hbar^4 N_0}{3(m^*)^{5/2} (KT)^{1/2} x(1-x) (E_1 - E_2)^2} \quad (1)$$

Определение рассеивающего потенциала в сплаве, которое он брал как  $E_1 - E_2$  затруднено. Возможно, по этой причине в сплавах  $Ga_xIn_{1-x}As$ , богатых арсенидом галлия, имеется расхождение между экспериментальными и расчетными значениями подвижностей при использовании формулы (1) (рис. 1, кр. 1, 4). Теория о смещении края зоны проводимости [4] хорошо согласуется с результатами эксперимента, проведенного с помощью диода Шоттки [17]. Следовательно, теория подвижности при рассеянии на беспорядке с учетом смещения края зоны проводимости [4] хорошо согласуется с экспериментальными данными в сплавах  $Ga_xIn_{1-x}As$ . Характер изменения энергетических уровней в зоне также совпадает с теорией об энергетическом спектре разбавленных сплавов, развитой Парментером [13].

Ранее изучено [9] взаимодействие электрона с примесными атомами на основе уравнения Шредингера, используя при этом потенциал рассеяния  $V(r-R_n)$ , где  $r$  — координаты электрона,  $R_n$  — местонахождение  $n$ -го примесного атома. В дальнейшем авторы [4], основываясь на этих предсказаниях, вычислили подвижность при рассеянии на беспорядке в полупроводниковых сплавах. В результате проводимость

вычислена через  $\sigma(E)$  по формуле  $\tau = -S\sigma(E) \left( \frac{df(E)}{dE} \right) dF$ , где  $f(E)$  — функция распределения Ферми и  $\sigma(E)$  вычислен по формуле (15) из

работы [4]. Расчетные данные соответствуют подвижности при рассеянии на беспорядке сплава, значение которого намного ниже (рис. 1, кр. 3), чем результаты Брукса (рис. 1, кр. 4) [3] и хорошо согласуется с экспериментальными результатами (рис. 1, кр. 1 и 1, а) для сплавов  $Ga_xIn_{1-x}As$ .

Рассчитана также характеристическая подвижность, обусловленная на объемном заряде, используя выражение установленное Коувелом и Васселом [7, 16].

$$\mu = 2,4 \cdot 10^9 / N_s \cdot Q(T \cdot m^*/m_0)^{1/2}, \quad (2)$$

где  $N$  и  $Q$  — плотность и поперечное сечение областей объемного заряда, соответственно. Всесторонние анализы результатов эксперимента и теории в эпитаксиальных слоях показали, что причиной уменьшения подвижности электронов в этом случае является рассеяние носителей на объемном заряде [7].

Наиболее подходящие объяснения экспериментальных результатов в сплавах  $Ga_xIn_{1-x}As$  при малом содержании InAs являются предсказания Нишинага и др. [4]. Однако вопрос о величине потенциала рассеяния, который является важным параметром в сплавном рассеянии, выяснен далеко не полностью.

Кроме метода вычисления техникой функции Грина в тройных системах, применен также метод Монте-Карло для изучения влияния сплавного рассеяния на явление переноса в четверных системах сплавов [10]. В этом случае определение потенциала рассеяния еще сложнее и требует дальнейшего изучения.

Экспериментальные результаты по зависимости подвижности электронов от состава сплава и температуры показали, что в твердых растворах  $Ga_xIn_{1-x}As$  существенное влияние на электрические свойства оказывает разупорядочение кристаллической решетки.

Вклад подвижности при рассеянии на беспорядке сплава соответствует теории о поведении электронов в неупорядоченной структуре.

#### Литература

1. Glicksman M., Enstrom R. E., Mittelman S. A. and Appert J. R. Phys. Rev. B, vol. 9, № 4, 1621, 1974.
2. Conrad R. W., Hoyt P. L. and Martin D. D. J. Electrochem. Soc., 114, 164, 1967.
3. Brooks H. Частное сообщение в работе (8).
4. Nishinaga T., Hori O. and Uchiyama S. J. Phys. Soc. Jpn. vol. 41, № 5, 1603, 1976.
5. Makowski L. and Glicksman M. J. Phys. Chem. Solids, 34, 487, 1973.
6. Sugino T., Inoue M., Shirafuji J. and Inuishi Y. Jpn. J. Appl. Phys., 6, 991, 1976.
7. Katoda T., Osaka F. and Sugano T. Jpn. J. Appl. Phys., vol. 13, № 3, 561, 1974.
8. Tietjen J., Weisberg R. Appl. Phys. Lett. 7, 261, 1965.
9. Jonezawa F. Prog. Theor. Phys., vol. 31, № 3, 357, 1964.
10. Littlejohn M. A., Hauser J. R., Glisson T. H. Solid State Electronics, vol. 21, № 1, 107, 1978.
11. Takeda J. and Sasaki A. Jpn. J. Appl. Phys., 19, 2, 384, 1980.
12. Nordheim Z. Ann. Phys., 9, 667, 641, 1931.
13. Parmenter R. H. Phys. Rev., 97, 587, 1955; 109, 22, 1956.
14. Abrahams M. S., Braunstein R. and Rosl F. D. J. Phys. Chem. Solids, 10, 204, 1959.
15. Hockings E. F., Kudman I., Seidel T. E., Schmelz C. M. and Steigmeier E. F. J. Appl. Phys., 37, 7, 2879, 1966.
16. Conwell E. M. and Vassel M. O. Phys. Rev., 166, 797, 485, 1973.
17. Kajiyama K., Mizushima Y. and Sakata S. Appl. Phys. Letters, 23, 1968.
18. Lubin M. U. and Woolley J. C. Canadian J. Physics, vol. 46, 1191, 1968.
19. Алиев М. И., Халилов Х. А., Халилов Х. Я. ДАН Азерб. ССР, т. XXXVI, № 1, 1980, 29.

Институт физики

Поступило 8. VI 1981

**Ga<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>As КРИСТАЛЛАРЫНДА ПЕРИОДИКЛИЈИН ПОЗУЛМАСЫНЫН МӘҢЛУЛУҢ ЕЛЕКТРИК ХАССӘЛӘРИНӘ ТӘСИРИ**

Мәғаләдә Ga<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>As бәрк мәһлулуғунуң електрик хассәләри 78—700 К температур интервалында тәдгиг едилмишдир.

Електриккечирмәнин вә холл әмсалынын дәјишмәләринә керә електронларын жүрүклүҗү тәҗин едилмиш, онун температурдан вә мәһлулуғун тәркибиндән асылылығы мүүҗән едилмишдир. Ga<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>As бәрк мәһлулуғунда апарылмыш тәчрүбәдән алынған нәтичәләр електронларын кристалдакы низамсызлығдан сәләнмәсинә анд нәзәр рийҗә илә изаһ олуғур.

М. И. Aliyev, Kh. A. Khalilov

**THE INFLUENCE OF RANDOMNESS ON THE ELECTRICAL PROPERTIES OF Ga<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>As CRYSTALS**

The paper deals with the electrophysical properties of Ga<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>As monocrystal solid solutions at a small content of indium arsenide. The electron mobility and its dependence on composition and temperature in Ga<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>As alloys are determined according to the changes of electrical conductivity and Hall coefficient. The contribution of mobility at a scattering on the randomness to the mutual mechanism of interaction of carriers with alloy lattices is calculated.

The predictions of Nishinaga and others about mobility at a scattering on the randomness are more suitable explanation of experimental results in Ga<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>As alloys at a small content of InAs.

УДК: 633.51+547.024

**БИОПОЛИМЕРЫ**

Акад. Г. Б. АБДУЛЛАЕВ, М. Я. БАКИРОВ, Х. Б. ГЕЗАЛОВ

**ГЕНЕРАЦИЯ СВОБОДНЫХ РАДИКАЛОВ В СЕМЕНАХ ХЛОПЧАТНИКА ПОЛЕМ КОРОННОГО РАЗРЯДА**

Исследование стимулирующего действия ионизирующих излучений в семенах различных сельскохозяйственных культур [1—6] выявило ведущую роль свободных радикалов в биохимических превращениях в них.

В литературе имеется ряд работ, посвященных предпосевной обработке семян сельскохозяйственных культур постоянным электрическим полем [7], электрическим полем высотой частоты [8] и полем коронного разряда [9]. Однако в них отсутствуют сведения о генерации свободных радикалов электрическим полем в семенах и их роли в механизме стимулирующего действия электрических полей.

Данная работа посвящена исследованию процесса генерации свободных радикалов в семенах хлопчатника полем коронного разряда. Процесс изучался в семенах хлопчатника, подвергавшихся действию коронного разряда в атмосфере азота и кислорода в интервале 77—300 К.

Согласно результатам работы [10], в необлученных семенах хлопчатника ЭПР-сигналы дают кожурки, что связано с наличием в них парамагнитных центров. Наши измерения показывают, что при обработке отдельных частей семян хлопчатника полем коронного разряда генерируются в них свободные радикалы, отличающиеся по форме ЭПР-спектров, сильно зависящих от температур и состава газовой среды.

Концентрация свободных радикалов в семенах хлопчатника при воздействии на него коронного разряда не равна сумме концентраций свободных радикалов, генерируемых в отдельных его частях. Нарушение аддитивности обусловлено тем, что в поле коронного разряда на поверхности семени хлопчатника индуцируются электрические заряды, которые экранируют действие поля на семядолю и зародыш, что является одним из существенных отличий действия коронного разряда от ионизирующего излучения.

В кожуре семени хлопчатника, подвергнутого действию коронного разряда (напряжение коронирующего электрода 10 кВ), при 77 К и в атмосфере азота наблюдается слаборазрешенный триплет ( $\Delta H \approx 2,7$  мТ и  $g \approx 2,0016$ ) (рис. 1, а). При размораживании до комнатной температуры спектр переходит в синглет с шириной  $H \sim 0,7$  мТ и при повторном замораживании спектр не меняется (рис. 1, б). При доступе кислорода концентрация свободных радикалов уменьшается с сохранением формы спектра. Сравнение этого спектра со спектрами ЭПР, наблюдаемыми при радиолитизе как кожуры, так и целого семени хлопчатника [11], позволяет сделать вывод о том, что продукты низкотемпературного радиолитиза в них неодинаковы по сравнению с про-



дуктами воздействия коронного разряда. Так как в поле коронного разряда энергия электронов достаточна для отрыва атома водорода, можно предположить, что за наблюдаемый сигнал ответственны свободные радикалы, генерируемые при отрыве атома водорода от молекул входящих в состав кожи.

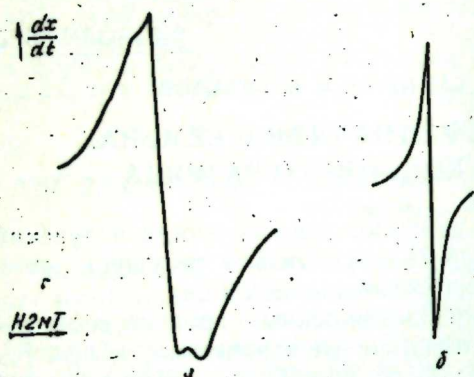
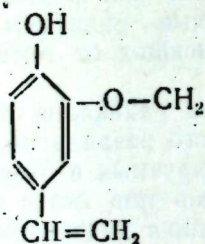
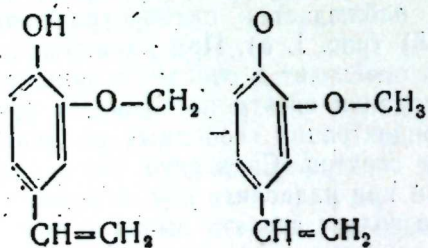


Рис. 1. Спектр ЭПР-кожуры, обработанной полем коронного разряда при: а—77; б—300 К.

Анализ спектров ЭПР различных феноксильных радикалов, приведенный А. Л. Бучаченко [12] показывает, что неспаренный электрон, образующийся при отрыве атома водорода от гидроксильной группы фенола, делокализован по системе  $\pi$ -связей фенольного кольца и дает такой же спектр, который имеет место при действии на кожуру коронного разряда. Так как в коже лишь лигнин содержит ароматические группы, то, стало быть, за синглетный спектр ЭПР, наблюдаемый при воздействии коронного разряда на семена хлопчатника, ответственны феноксильные радикалы, образующиеся при отрыве атома водорода.



Относительно природы триплетного спектра ЭПР мы предполагаем, что в поле коронного разряда при 77 К одновременно с феноксильными радикалами генерируются радикалы,



которые при размораживании отрывают атом водорода от гидроксильной группы с образованием феноксильного радикала.

Очевидно, для подобной реакции необходима некоторая подвижность фрагмента  $-O-CH_2$ , которая реализуется с повышением температуры образца. Подтверждением этого предположения может служить уменьшение интенсивности полосы ИК-спектра, соответствующего ОН-группам после действия коронного разряда на модельях чистых лигнинов и одновременное увеличение полосы  $>C=O$

Исследования показали, что концентрация свободных радикалов, генерируемых в коже в поле коронного разряда, кроме температуры и состава газовой среды также зависит от величины коронирующего напряжения и времени экспозиции (рис. 2).

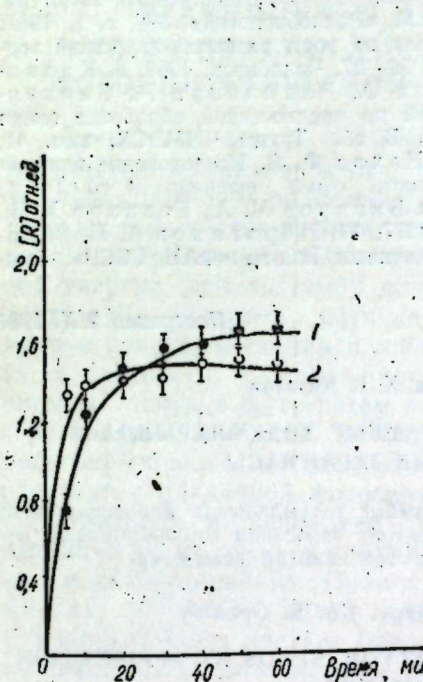


Рис. 2. Накопление радикалов в коже, обработанной полем коронного разряда при 300 К в атмосфере воздуха: напряжение, подаваемое на электрод: 1—5; 2—10 кВ

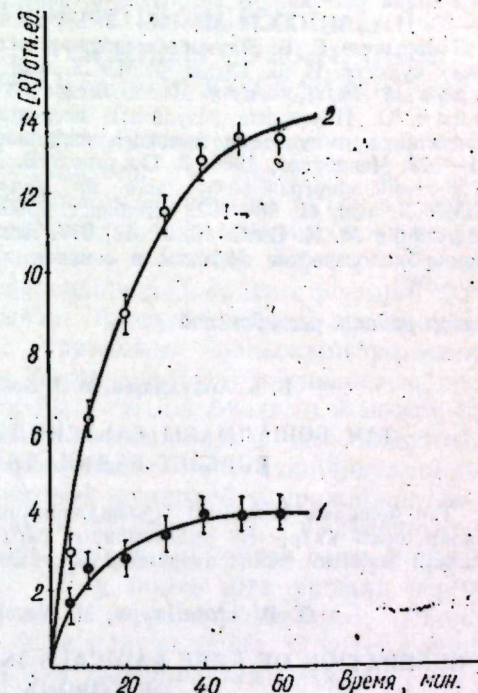


Рис. 3. Накопление радикалов в семядолях, обработанных полем коронного разряда ( $u=10$  кВ; 300 К) в среде: 1— $O_2$ ; 2— $N_2$

Как видно из рис. 2, с увеличением напряженности коронирующего поля от 5 до 10 кВ уменьшается стационарная концентрация свободных радикалов. Это объясняется тем, что с увеличением величины напряженности поля в разрядной среде увеличивается концентрация атомарного и возбужденного кислорода, который легко диффундирует в объеме и приводит к окислению свободных радикалов, тем самым понижая их концентрацию. В пользу этого предположения может служить то, что концентрация свободных радикалов в коже сильно зависит от содержания кислорода в среде. Из рис. 3 видно, что величина стационарной концентрации свободных радикалов, измеренная при напряжении 10 кВ в среде кислорода (кр. 1), значительно меньше, чем в среде азота (кр. 2).

Таким образом, установлено, что в поле коронного разряда в семенах хлопчатника генерируются свободные радикалы, концентрация которых зависит от напряженности поля коронного разряда, температуры и состава газовой среды.

#### Литература

К. Березин Н. М. Предпосевное облучение сельскохозяйственных растений. Атомиздат М., 1964. 2. Кузин А. М. Структурно-метаболическая гипотеза в радиобиологии. Наука, 1970. 3. Тимофеев-Ресовский П. В. «Биофизика», т. 1, стр. 616, 1956. 4. Кузин А. М. Теоретические основы метода предпоследнего облучения семян. В кн. «Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур», 5—7, Изд. АН СССР, М., 1963. 5. Андреев С. В. Генетический механизм радиостимуляции растений. В кн. «Предпосевное облучение сельскохозяйственных культур», 28—38, Изд. АН СССР, М., 1964. 6. Кузин А. М. «Радиобиология», 598, т. 1, 1961. 7. Смирнов Г. В. Влияние электрического поля на рост, развитие и урожай зерновых культур. В сб. Труды ЧИМЭСХ, вып. 41, 92—97. Челябинск, 1969. 8. Калантаров М. Н., Кулиев А. М., Аскербейли О., Рахманова Р., Сарханбейли Ю. Некоторые результаты исследований по предпосевной обработке семян хлопчатника импульсами высокого напряжения. В сб. Труды ЧИМЭСХ, вып. 41, 111—118. Челябинск, 1969. 9. Окулов В. А., Изков Ф. Я. Исследование влияния последствий электрического поля на урожайность семян пшеницы. В сб. Труды ЧИМЭСХ, вып. 41, 98—102. Челябинск, 1969. 10. Багиров М. А., Гезалов Х. Б., Керимов М. К. ВМС, 19, № 10, 917. Баку, 1977. 11. Ибрагимов А. П. Радиационно-биологические эффекты в семенах хлопчатника. Изд-во «ФАН СССР». Ташкент, 1969.

Сектор радиац. исследований

Поступило 2. XI 1981

И. Б. Абдуллаев, М. Я. Бакиров, Х. Б. Гезалов

#### ТАЧ БОШАЛМАСЫ САҺЭСИНДЭ ПАМБЫГ ТОХУМЛАРЫНДА ЭЭРБЭСТ РАДИКАЛЛАРЫН ЯРАНМАСЫ

Тач бошалама саһэсиндэ јерләшдирилмиш памбыг тохумларында феноксиал радикаллар эмәлә кәлир. Бу радикалларың саһи електрик саһэсиниң көркилијиндә, јерләшдији мүнүтини температурундан вә газларың тәркибиндән асылдыр.

G. B. Abdullayev, M. Ya. Bakirov, Kh. B. Gezalov

#### GENERATION OF FREE RADICALS IN COTTON SEEDS BY APPLICATION OF CORONA DISCHARGE

Free phenoxy radicals are generating in cotton and on the covering by application of corona discharge. The concentration of radicals depends upon intensity of electrical field, temperature and composition of gaseous medium.

УДК 577.3

#### БИОФИЗИКА

Акад. Д. А. АЛИЕВ, А. А. АСАДОВ, К. Б. КУРБАНОВ, Г. А. АХМЕДОВ

#### СОДЕРЖАНИЕ И ФОТОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ - РЕАКЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ ФОТОСИСТЕМ 1 И 2 В ХЛОРОПЛАСТАХ ЛИСТЬЕВ ПШЕНИЦЫ С РАЗЛИЧНОЙ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЕЙ И УРОЖАЙНОСТЬЮ

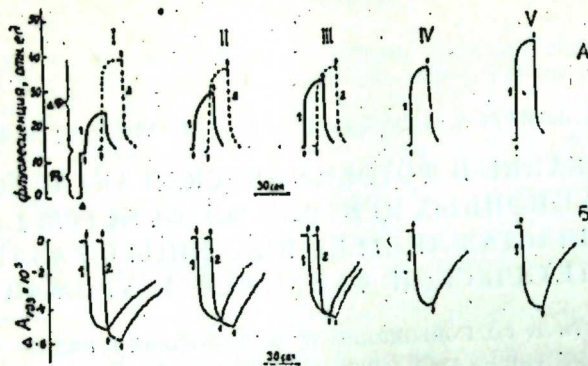
Урожайность и ее повышение в фотосинтезирующих системах определяется эффективностью использования на запасание в урожае энергии солнечной радиации [1]. Реакционные центры (РЦ) хлоропластов листьев растений являются центрами первичного высокоэффективного преобразования солнечной энергии в растении в форме химической энергии, используемой для совершения дальнейших реакций фотосинтеза [2]. Поэтому изучение связи продукционных процессов на уровне посева, растения и листа с первичными процессами фотосинтеза, в частности, с содержанием и фотохимической активностью реакционных центров фотосистем в хлоропластах, необходимо и может способствовать раскрытию специфики и потенциальных возможностей в энергопреобразующей способности фотосинтетического аппарата листьев растений с различной фотосинтетической функцией и урожайностью.

Объектом исследований служили хлоропласты, выделенные по методике [3] из листьев верхних двух ярусов 4-х сортов озимой пшеницы: высокоурожайных Овначик-65 (57 и более ц/га урожая зерна), Кавказ (49 ц/га), Шарк (46 ц/га) и среднеурожайного Севиңдж (33 ц/га). Пробы листьев брали в фазе налива зерна. О содержании и активности РЦ фотосистемы (ФС) 1 в хлоропластах судили по светондуцированному изменению поглощения при 700 нм ( $\Delta A_{700}$ ), связанного с фотоокислением пигмента Р700 РЦ ФС1 [4], в присутствии  $2 \cdot 10^{-4}$  М метилвиологена  $5 \cdot 10^{-4}$  М диурона. Активность РЦ ФС2 в хлоропластах определяли по светондуцированным изменениям флуоресценции ФС2 ( $\Delta F$ ), выход которой тем выше, чем ниже фотохимическая активность РЦ ФС 2 [5].  $\Delta F$  и  $\Delta A_{700}$  регистрировали на установке с фосфороскопом [6]. Интенсивности фотосинтеза листьев измеряли газоанализатором «Uras» (ФРГ). Содержание хлорофилла в суспензии хлоропластов составляло во всех опытах при измерениях  $\Delta F$ —16 мкг/мл и  $\Delta A_{700}$ —40 мкг/мл.

Как следует из рисунка, А, величины  $\Delta F$  у хлоропластов флаговых листьев сортов Овначик-65, Кавказ и Шарк по отношению к Севиңдж составляли 51, 74 и 86%, соответственно.  $\Delta F$  хлоропластов флаговых листьев была меньше  $\Delta F$  хлоропластов вторых сверху листьев на 132,44 и 22%, соответственно для сортов Овначик-65, Кавказ и Шарк.

Данные работ по изучению интенсивности послесвечения в присутствии диурона в хлоропластах озимой пшеницы [7] и листьях подсолнеч-

ника [8] свидетельствуют, что хлоропласты флаговых листьев более урожайных сортов пшеницы и физиологически более молодые листья верхнего яруса по отношению к листьям нижних ярусов подсолнечника характеризуются более высоким содержанием РЦ ФС 2 на единицу хлорофилла и площади листа, соответственно. Рассматривая эти данные



Кинетики светондуцированных изменений: (А) выхода флуоресценции ( $\Delta \Phi$ ) и (Б) поглощения при 700 нм ( $\Delta A_{700}$ ) хлоропластов, выделенных из флаговых (I) и вторых сверху (2) листьев различных по урожайности сортов (I—IV) пшеницы. I—Овначик-65; II—Кавказ; III—Шарк; IV—Севиндж, выращенные на высоком агрофоне ( $N_{100}P_{120}K_{60}$ ); V—Овначик-65, выращенный на обычном агрофоне (без удобрений). Стрелки вверх и вниз обозначают соответственно включение и выключение действующего света (при измерении  $\Delta \Phi$  —  $\lambda > 600$  нм и  $I = 2 \cdot 10^3$  эрг. см<sup>-2</sup> сек<sup>-1</sup>,  $\Delta A_{700}$  — с  $\lambda > 700$  нм и  $I = 6 \cdot 10^3$  эрг. см<sup>-2</sup> сек<sup>-1</sup>). Знаком  $\Delta$  показано включение измерительного света, возбуждающего постоянную флуоресценцию ( $\Phi_0$ )

вкупе с нашими результатами по изучению  $\Delta \Phi$  в хлоропластах пшеницы, можно сделать вывод, что хлоропласты флаговых листьев более урожайных сортов озимой пшеницы характеризуются более высокой фотохимической активностью и более высоким содержанием на единицу хлорофилла РЦ ФС 2, а хлоропласты вторых сверху листьев характеризуются меньшей активностью и, возможно, меньшим содержанием на единицу хлорофилла РЦ ФС 2 по сравнению с флаговыми листьями.

Анализ показывает, что величина  $\Delta A_{700}$  хлоропластов прямо пропорциональна общей концентрации РЦ ФС I (P700) и обратно пропорциональна суммарной константе  $K_{обр}$  скоростей реакций восстановления P700+ в нашем случае от компонентов циклического транспорта электронов (цитохромов  $f$  и  $\theta_6$ ) и ФС 2, поскольку даже в присутствии  $5 \cdot 10^{-6}$  M диурона ФС 2 сохраняет остаточную активность [9].

Величины  $\Delta A_{700}$ , как следует из рисунка Б, у хлоропластов флаговых листьев сортов Кавказ, Шарк и Севиндж по отношению к Овначик-65 составляли 94,90 и 86%. Данные работы [7] указывают на снижение скорости фотоокисления цитохромов  $f$  и  $\theta_6$ , а наши данные, как указывалось на уменьшение активности РЦ ФС 2 в хлоропластах флаговых листьев менее урожайных сортов пшеницы. Это должно привести к снижению константы  $K_{об}$  и увеличению соответственно  $\Delta A_{700}$ . Можно полагать, это этим и объясняются меньшие различия по сравнению с  $\Delta \Phi$  в величинах  $\Delta A_{700}$  у хлоропластов флаговых листьев сор-

тов Овначик-65, Кавказ, Шарк и Севиндж. Однако, поскольку все же  $\Delta A_{700}$  больше для хлоропластов флаговых листьев более урожайных сортов, то это означает, что в хлоропластах флаговых листьев более урожайных сортов пшеницы содержится больше функционально активных РЦ ФС I (P700) на единицу хлорофилла. Это подтверждается данными работы [7].

Величина  $\Delta A_{700}$  хлоропластов флаговых листьев сорта Овначик-65 при выращивании его на обычном агрофоне, по сравнению с высоким агрофоном, уменьшается на 6%, а  $\Delta \Phi$  увеличивается в 2,5 раза (рисунок). Таким образом, повышение агрофона для Овначик-65 приводит к увеличению в хлоропластах его флаговых листьев содержания и активности РЦ ФС I и 2.

Для хлоропластов вторых сверху листьев по сравнению с флаговыми листьями величины  $\Delta A_{700}$  больше на 13,6 и 4%, соответственно для Овначик-65, Кавказ и Шарк (рисунок, Б). Это можно объяснить следующим образом. Как указывалось, для всех этих сортов, в хлоропластах вторых сверху, физиологически более старых листьев по сравнению с молодыми флаговыми листьями понижается активность РЦ ФС 2, особенно для Овначик-65. Наряду с этим установлено, что при старении листьев уменьшается и содержание в хлоропластах цитохромов  $f$  и  $\theta_6$  [10]. Таким образом, видимо, для хлоропластов вторых сверху листьев по сравнению с флаговыми листьями имеет место существенное понижение константы  $K_{об}$ , что ведет к увеличению  $\Delta A_{700}$  и может даже вызвать превышение величины  $\Delta A_{700}$  в хлоропластах вторых сверху листьев по сравнению с флаговыми. Действительно, это превышение, как следует из приведенных данных, больше для того сорта, у которого в большей степени понижается активность РЦ ФС 2 в хлоропластах вторых сверху листьев по сравнению с флаговыми.

Поэтому, мы полагаем, что на самом деле в хлоропластах вторых сверху листьев содержится по сравнению с флаговыми листьями меньшее число РЦ ФС I на единицу хлорофилла и к тому же они менее активны.

В момент, когда брались пробы листьев, интенсивность фотосинтеза флаговых листьев сортов Овначик-65, Кавказ, Шарк и Севиндж на высоком агрофоне составляла 13, 11, 9 и 6 мг  $CO_2$  дм<sup>-2</sup> ч<sup>-1</sup>, соответственно. По сравнению с обычным агрофоном, интенсивность фотосинтеза флаговых листьев сорта Овначик-65 на высоком агрофоне была выше 30%. Интенсивность фотосинтеза вторых сверху листьев по сравнению с флаговыми листьями была ниже на 31, 64 и 45%, соответственно для сортов Овначик-65, Кавказ и Шарк.

Из сопоставления сделанных выводов с результатами измерения интенсивности фотосинтеза листьев 4-х исследованных сортов пшеницы с различной фотосинтетической функцией и урожайностью, можно заключить следующее. Для каждого сорта флаговые листья, отличающиеся более высокой активностью фотосинтетической функции по сравнению со вторыми сверху листьями, характеризуются и более высокой активностью и содержанием РЦ ФС I и 2 в их хлоропластах по сравнению с таковыми для хлоропластов вторых сверху листьев. Имеет место прямая корреляция содержания и активности РЦ ФС I и 2 в хлоропластах флаговых листьев с интенсивностью фотосинтеза и урожайностью у всех 4-х сортов. Для вторых сверху листьев такая корреляция менее выражена. Это может быть связано с различной продолжительностью жизни листьев, различной степенью их освещенности, обуслов-

ленной отличием в углах наклона и степени поникаемости листьев, различным расстоянием от листьев до колоса для разных сортов и т. д. В хлоропластах флаговых листьев более урожайных сортов пшеницы более высокое содержание на единицу хлорофилла и более высокая активность РЦ ФС 1 и 2, действующих в цепи переноса электрона от  $H_2O$  к НАДФ, обуславливает более мощную систему генерации восстановительного потенциала и, следовательно, более высокую интенсивность фотосинтеза. Это подтверждается данными работы по измерению скорости восстановления НАДФ в хлоропластах флаговых листьев сортов пшеницы различной урожайности [11]. Таким образом, специфика организации и функционирования электронтранспортных цепей хлоропластов сортов пшеницы различной урожайности, а следовательно и потенциальные возможности их фотосинтетического аппарата в эффективном использовании солнечной энергии на образование прямых продуктов фотосинтеза определяется уже на уровне РЦ ФС 1 и 2 хлоропластов.

Увеличение содержания и активности РЦ ФС 1 и 2 в хлоропластах флаговых листьев сорта Овначик-65 при выращивании его на высоком агрофоне по сравнению с обычным агрофоном свидетельствуют, что эти потенциальные возможности не исчерпаны и существуют возможности повышения энергопреобразующей способности фотосинтетического аппарата, а следовательно и повышения энергетической эффективности и урожайности фотосинтеза.

Установление корреляции между активностью и содержанием РЦ ФС 1 и 2 в хлоропластах флаговых листьев с интенсивностью фотосинтеза и урожайностью у отдельных сортов пшеницы указывает на то, что использование теста на определение активности и содержания РЦ ФС 1 и 2 в хлоропластах флаговых листьев может быть ценным в селекции на повышение урожайности пшеницы и других культур.

#### Литература

1. Ничипорович А. А. Энергетическая эффективность фотосинтеза и продуктивность растений. Препринт. Пушкино, 1979.
2. Шувалов В. А., Красновский А. А. „Биофизика“, т. XXVI, № 3, 544, 1981.
3. Салама Ф. М., Алиев З. Ш., Гасанов Р. А. „Изв. АН Азерб. ССР, серия биол. наук“, № 5, 24, 1980.
4. Кок В. „Biochimica et biophysica acta“, v. 22, p. 399, 1956.
5. Duysens L. N. M., Sweerts H. E. In: „Studies on Microalgae and Photosynthetic Bacteria“, Tokyo, p. 353, 1963.
6. Карапетян Н. В., Литвин Ф. Ф., Красновский А. А. „Биофизика“, т. 8, № 2, 191, 1963.
7. Володарский Н. И., Быстрых Е. Е., Николаева Е. К. „Докл. ВАСХНИЛ“, № 2, 12, 1981.
8. Быстрых Е. Е., Маторин Д. Н. „Сельскохозяйственная биология“, т. X, № 2, 230, 1975.
9. Witt H. T. In: „On the analysis of photosynthesis by pulse techniques in the  $10^{-1}$  to  $10^{-8}$  second range. N. simpr. V, p. 261, 1967.
10. Вечер А. С., Предкель К. И. В сб.: „Хлорофилл“, 313, 412. Изд-во „Наука и техника“, Минск, 1974.
11. Володарский Н. И., Быстрых Е. Е., Николаева Е. К. „Сельскохозяйственная биология“, т. 15, № 3, 366, 1980.

Научный центр биологических исследований

Поступило 23. II 1981

Ч. Э. Әлиев, А. Э. Әсədov, Г. Б. Гурбанов, К. Э. Әһмədov

#### МҮХТЭЛИФ ФОТОСИНТЕТИК ФУНКЦИЈАЈА ВЭ МЭХСУЛДАРЛЫҒА МАЛИК ОЛАН БУҒДА ЈАРПАГЛАРЫНЫН ХЛОРОПЛАСТЛАРЫНДАКЫ ФОТОСИСТЕМ I ВЭ II-НИИ РЕАКЦИЈА МЭРКЭЗЛЭРИНИН ФОТОКИМЈЭВИ АКТИВЛИЈИ ВЭ МИГДАРЫ

Мәһсулдарлығына көрә фәргләһән дөрд пәйзәһыг бугда сортунун јухарыдан биринчи вә икинчи јарпагларында фотосинтезин интенсивлији, онларын хлоропластла-

рында олан фотосистем I вә II-нин реакција мәркәзләринин фәалијәтинин угун оларак әкә етдирән ишығын тәсирләә јаранан удулманын 700 нм-дә вә флуоресценсија чыхымынын дәјһимәләри өлчүлмүшдүр.

Мүәјјән едилмишдир ки, һәр бир сорт үчүн јухарыдан биринчи јарпаг икинчи јарпадан фәргли оларак, јүксәк фотосинтетик активлијә малик олмагла јанашы, ејни заманда онларын хлоропластларында фотосистем I вә II-нин јүксәк активлијинә вә мигдарына көрә фәргләһир. Бүтүн тәдгиг едилән сортларда јухарыдан биринчи јарпагларын хлоропластларындакы фотосистем I вә II-нин активлији вә мигдары илә фотосинтезин интенсивлији вә мәһсулдарлығы арасында дүз мütәнәсиблик мүәјјән едилмишдир.

Белә асылылығын мүәјјәнләшдирилмәси, јухарыдан биринчи јарпагларын хлоропластларындакы фотосистем I вә II-нин реакција мәркәзләринин активлијинин вә мигдарынын тәјһи едилмәси тести бугда вә дикәр кәнд тәсәррүфаты биткиләринин мәһсулдарлығынын артырылмасы селексијасында гүјмәтли ола биләр.

D. A. Aliev, A. A. Asadov, K. B. Kurbanov, G. A. Akhmedov

#### THE CONTENT AND PHOTOCHEMICAL ACTIVITY OF REACTION CENTRES OF PHOTOSYSTEM 1 AND 2 IN CHLOROPLASTS OF WHEATS LEAVES WITH A DIFFERENT PHOTOSYNTHETIC FUNCTION AND YIELD CAPACITY

Photosynthetic rate of leaves, light-induced changes of absorption at 700 nm and that of fluorescence yield of chloroplasts which reflect the action of reaction centres of photosystem 1 and 2 (RC PS 1 and 2) respectively have been measured for first and second from top leaves of four sorts of the wheat with different yield capacity. For each sort it is established that the first from top leaves with more active photosynthetic function compared to second from top leaves are characterized with a higher activity and content of RC PS 1 and 2 of its chloroplasts compared to those of chloroplasts of second from top leaves. There is a direct correlation of the activity and content of RC PS 1 and 2 of chloroplasts of the first from top leaves with a photosynthetic rate and yield capacity for all investigated sorts. The existence of such a correlation indicates that a test for determination of activity and content of RC PS 1 and 2 of chloroplasts of first from top leaves may be valuable for the selection of sorts of the wheat and others crops with high yield capacity.

Ш. А. МУСАЕВ

**ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВОДЫ В ДИОКСАНЕ И ТЕТРАГИДРОФАУНЕ**

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

Известно, что примеси воды не только влияют на свойства веществ, но и изменяют характер химических реакций. Сейчас широко используются различные органические жидкости и их смеси с водой в химических исследованиях кробиохимии и промышленности. Во всех этих случаях необходимо знать содержание воды в органических растворителях. Определение воды в веществах связано также с вопросами качества химических продуктов.

Для определения воды в органических жидкостях применяются различные физические и химические методы [1, 2, 3]. Существующие методы определения содержания воды в диоксане и тетрагидрофуране носят ограниченный характер и позволяют вести определение ее только в узком интервале концентраций [4, 5]. Широко известный титрометрический метод Фишера [1, 2] является чувствительным методом определения воды, однако, токсичность применяемых реактивов и трудоемкость выполнения снижают его ценность. Этим методом также затруднительно определение воды в больших количествах. Следовательно, разработка принципиально новых, быстрых и простых методов определения воды весьма актуальна.

В этом аспекте использование оптически активных соединений представляет определенный интерес, в литературе отсутствуют данные о упомянутом методе. Оптическая активность (как свойство хиральных молекул) чувствительна к изменениям их строения. Хирально-оптические свойства зеркальных изомеров изменяются не только при химических и конфигурационных превращениях, но и вследствие конформационного перехода, обусловленного различными меж- и внутримолекулярными взаимодействиями в результате изменения среды. В этом отношении оптически активная D-винная кислота, как многофункциональное полярное соединение, обладает уникальными свойствами и легко гидратируется.

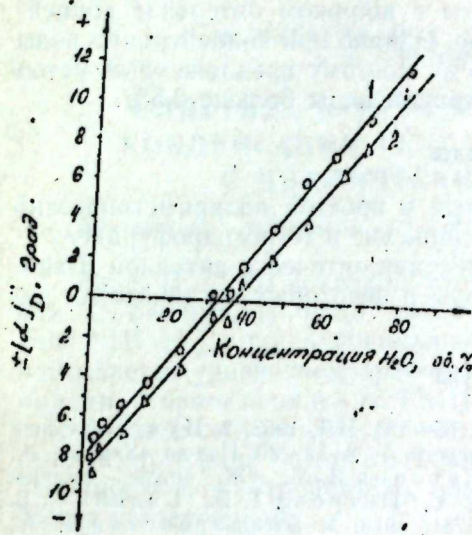
Предполагается, что величины оптического вращения D-винной кислоты в безводных и водосодержащих органических растворителях будут неодинаковыми. Исходя из изложенного изучали влияние содержания воды в диоксане и тетрагидрофуране на оптическое вращение D-винной кислоты.

Использованные реактивы очищали и идентифицировали. Диоксан и тетрагидрофуран обезвоживали над натрием. Осушенные диоксан и тетрагидрофуран содержали около 0,02% воды.

Эксперименты проводили следующим образом.

В сухие мерные колбы емкостью 25 мл с помощью бюретки (или микрошпигетки) вводили определенный объем воды, добавляли 3,69 г

D-винной кислоты и диоксан (или тетрагидрофуран) до метки. Для ускорения растворения D-винной кислоты в органических растворителях с низким содержанием воды использовали порошки этой кислоты. Оптическую активность полученных растворов измеряли на поляриметре СМ после принятия комнатной температуры растворами, так как при смешивании воды обезвоживаемыми растворителями температура их повышается.



Калибровочный график. Зависимость удельного оптического вращения D-винной кислоты от содержания воды в диоксане (1) и тетрагидрофуране (2).

Результаты экспериментов о зависимости удельного оптического вращения D-винной кислоты от содержания воды в диоксане и тетрагидрофуране представлены на рисунке.

Как следует из графика, удельное оптическое вращение линейно изменяется с увеличением объемного процентного содержания воды как в диоксане, так и в тетрагидрофуране.

Сначала отрицательное вращение уменьшается до нуля, а затем, переходя в положительное вращение, увеличивается.

Результаты количественного определения воды в диоксане и тетрагидрофуране (n=5; t<sub>p</sub>=2,776; p=0,95)

Растворители	Взято H <sub>2</sub> O, об. %	Найдено H <sub>2</sub> O, об. %			
		Поляриметрический метод			Метод Фишера
		c ± $\frac{t_p \cdot s}{\sqrt{n}}$	s <sub>r</sub>	s	
Диоксан	0,50	0,49 ± 0,09	0,153	0,075	0,52
	1,00	1,02 ± 0,10	0,079	0,080	1,00
	4,00	3,96 ± 0,16	0,032	0,129	4,12
	48,0	48,20 ± 0,17	0,003	0,140	—
	80,00	79,89 ± 0,11	0,001	0,090	—
Тетрагидрофуран	0,50	0,52 ± 0,10	0,146	0,076	0,54
	1,00	0,96 ± 0,12	0,093	0,090	1,03
	4,00	4,10 ± 0,15	0,030	0,123	4,13
	48,0	47,96 ± 0,16	0,003	0,135	—
	80,00	80,2 ± 0,10	0,001	0,085	—

Линейная зависимость удельного оптического вращения от концентрации воды является калибровочным графиком и по полученной прямой определяли содержание воды в диоксане и тетрагидрофуране в искусственно приготовленных стандартных растворах. Содержание воды определяли также известным титрометрическим методом Фишера [1, 2].

Полученные данные представлены в таблице. Как следует из данных таблицы, новый поляриметрический метод позволяет определить количество воды в широком интервале концентраций с удовлетворительной точностью. Однако при концентрации воды ниже 0,5% ошибки составляют 20—25%. Поэтому предложенный метод дает хорошие результаты при концентрации воды больше 0,5%.

#### Выводы

1. Разработан принципиально новый и простой поляриметрический метод определения количества воды в диоксане и тетрагидрофуране.
2. Показана перспективность применения оптически активной D-винной кислоты в химическом анализе воды в некоторых органических растворителях.

#### Литература

1. Митчел Дж., Смит Д. Аквометрия, 68—134. ИЛ, 1952. 2. Нучуговский Г. Ф. Определение влажности химических веществ, 3—8, 33—80. Изд-во «Химия», Л., 1977. 3. Дунина В. В., Рухадзе Е. Г., Потопов В. М. «Ж. аналит. химии», XXVIII, № 8, 1576—1581, 1973. 4. Мук А. А., Петрова Т. В., Саввин С. Б. «Ж. аналит. химии», XXVIII, № 9, 1777—1781, 1973. 5. Бондаревская Е. А., Кротова Е. Д., Машко Т. Е. «Ж. аналит. химии», XXX, № 3, 560—565, 1975.

Азербайджанский инженерно-строительный институт

Поступило 3. II 1981

Ш. Э. Мусаев

#### ПОЛЯРИМЕТРИК МЕТОДЛА СУЈУН ДИОКСАНДА ВЭ ТЕТРАГИДРОФУРАНДА МИГДАРИ ТЭЈИНИ

Д-чахыр туршусу тэтбиг етмэкэ диоксан вэ тетрагидрофуранда сујун мигдарыни тэјини етмэк үчүн јени полјариметрик метод ишләниб һазырланмышдыр. Бу методла 0,5%—80% сују тэјини етмэк олур.

Sh. A. Musaev

#### POLARIMETRIC METHOD FOR DETERMINATION OF WATER CONTENT IN DIOCSANE AND IN TETRAHYDROFURANE

New polarimetric method for determination of water content in diocxsane and tetrahydrofurane with application of D-vine acid is worked out. The quantity of water content from 0.5% up to 80% with relative error from 0.1%—15% has been determined by the method suggested.

УДК (547.398.3+547.46.054)+541.127.3+543.253

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Н. Ф. МУСАЕВА, М. С. САЛАХОВ, А. И. ИСРАФИЛОВ,  
А. А. ГАСАНОВА, Р. И. ГУЛИЕВА

#### КИНЕТИКА И МЕХАНИЗМ РЕАКЦИИ ДИЕНОВОЙ КОНДЕНСАЦИИ ГЕКСАХЛОРЦИКЛОПЕНТАДИЕНА С ЦИКЛИЧЕСКИМИ ДИЕНОФИЛАМИ

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

Ранее [1, 2] мы показали, что кинетика реакции диеновой конденсации NN-бис-имидов ряда цис-4-циклогексен-1,2-дикарбоновых кислот (цис-4-ЦГДК) с гексахлорциклопентадиеном (ГХЦПД) в нитробензоле описывается уравнением третьего порядка — первого порядка по бис-имидам, второго порядка по ГХЦПД, когда используется стехиометрическое мольное соотношение диена к диенофилу (2:1). Большинство N-бис-имидов этого ряда ввести в эту реакцию не удавалось из-за плохой растворимости их в нитробензоле, обычно используемого нами для кинетических исследований.

Далее мы обнаружили хорошую растворимость N,N'-бис-имидов ряда цис-4-ЦГДК в диметилловом эфире диэтиленгликоля (диглиме).

Для получения сопоставительных количественных данных по реакционной способности бис-имидов, по сравнению с нитробензолом, мы изучили кинетику ранее исследованной в нитробензоле реакции конденсации ГХЦПД с N,N'-бис-имидом цис-4-ЦГДК [3] в (CH<sub>3</sub>OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>O при прочих равных условиях.

Кинетика реакции N,N'-бис-имида цис-4-ЦГДК исследовалась полярографически по уменьшению концентрации ГХЦПД в реакционной смеси [4].

Для графического определения порядка мы использовали метод Уилкинсона [5], отличающийся от известных методов определения порядка реакций простотой и точностью определения.

Наклоны прямых зависимости  $\tau/p$  от  $\tau$  ( $\tau$  — промежуток времени;  $p$  — завершённая доля реакции) при всех температурах равны 1,5, что указывает на третий порядок исследуемой реакции:

Константы скорости вычислены по уравнению третьего порядка:

$$k_3 = \frac{x(2b-x)}{8a^2\tau(b-x)^2}$$

где  $k$  — константа скорости с размерностью л<sup>2</sup>моль<sup>-2</sup>сек;  $\tau$  — время, сек.;  $a$  — начальная концентрация бис-имида, моль;  $x$  — количество ГХЦПД, прореагировавшего ко времени  $\tau$ , моль.

Постоянство  $k_3$  до степеней полупревращения для температур 130, 140, 150°C с ещё раз подтверждает подчиняемость исследованной реакции указанному порядку (табл. 1).

Сопоставительный анализ величин констант скоростей исследованной реакции в среде растворителя — диметиллового эфира диэтиленгли-

Таблица 1  
Кинетика реакции диевой конденсации ГХЦПД с *N, N'*-бис-фенилимидами цис-4-ЦГДК при температурах 130, 140, 150 °С в диметилевого эфира диэтиленгликоля (диглиме)

Время, ч	130			140			150		
	$\nu = 0,4239$ моль/л		$N_0 = 111$ мм	$\nu = 0,4279$ моль/л		$N_0 = 118$ мм	$\nu = 0,4200$		$N_0 = 126$ мм
	Н τ, мм	Выход, %	$k_d \cdot 10^4$ л <sup>2</sup> /моль <sup>2</sup> ·сек	Н τ, мм	Выход, %	$k_d \cdot 10^4$ л <sup>2</sup> /моль <sup>2</sup> ·сек	Н, мм	Выход, %	$k_d \cdot 10^4$ л <sup>2</sup> /моль <sup>2</sup> ·сек
1	108,0	2,8	11,13±0	112	5,1	20,85	115	8,8	39,75
2	105,0	11,0	11,48±1	107	9,4	20,67	106	15,9	40,97
3	102,0	16,4	11,9207	103	12,8	19,82	99	21,4	40,75
4	99,0	10,2	12,2853	99	16,2	19,93	92	27,0	42,05
5	96,5	13,0	12,5029	96	18,7	19,47	87	31,0	42,95
6	95,0	14,4	11,6717	93	21,2	20,46	84	33,4	41,31
$k_{cp} = (11,83 \pm 0,05) \cdot 10^{-6}$ л <sup>2</sup> /моль <sup>2</sup> ·сек			$(20,19 \pm 0,06) \cdot 10^{-6}$ л <sup>2</sup> /моль <sup>2</sup> ·сек			$(41,44 \pm 0,13) \cdot 10^{-6}$ л <sup>2</sup> /моль <sup>2</sup> ·сек			

коля и нитробензола — вычисленные как средние по трем параллельным опытам, приведены в табл. 2.

Как видно из данных этой таблицы, реакционная способность *N, N'*-бис-имида цис-4-ЦГДК в исследуемой реакции в среде диглима увеличивается незначительно, примерно в 2 раза.

Таблица 2  
Константы скорости реакции диевой конденсации *N, N'*-бис-имида цис-4-ЦГДК с ГХЦПД при разных температурах в среде диметилевого эфира диэтиленгликоля ( $k_{диглим}$ ) и нитробензола\* ( $k_{НБ}$ )

Растворитель	$k_d \cdot 10^4$ , л <sup>2</sup> /моль <sup>2</sup> ·сек., t, °С				
	120	130	140	150	160
Диметилевого эфира диэтиленгликоля (диглим)	6,64 ± 0,03	11,83 ± 0,05	20,19 ± 0,06	41,44 ± 0,13	62,54 ± 1,31
Нитробензол (НБ)	3,23 ± 0,06	5,84 ± 0,09	11,04 ± 0,10	21,26 ± 0,13	38,60 ± 0,20
$k_{диглим}/k_{НБ}$	2,06	2,03	1,83	1,95	1,62

\* Данные для нитробензола взяты из нашей предыдущей работы [3].

Следует отметить, что незначительное влияние растворителей на реакционную способность в реакции диевой конденсации нами обсуждалось ранее в работах [5, 6] на примере реакции ангидрида цис-3-метил-4-циклогексен-1,2-дикарбоновой кислоты с ГХЦПД. При этом, однако, в зависимости от природы растворителей, величины кинетических и активационных параметров реакций различались существенно. Это наблюдалось и в ряде других работ [7—9], посвященных изучению влияния растворителей на реакцию диевой конденсации различных аддендов.

Однако, для исследуемой реакции мы не обнаружили существенной разницы в значениях активационных параметров, вычисленных из уравнения Аррениуса для обоих растворителей.

Из корреляционного анализа логарифмов констант скоростей реакции *N, N'*-бис-имида цис-4-ЦГДК с ГХЦПД в среде диметилевого эфира диэтиленгликоля ( $\lg k_{диглим}$ ) и нитробензола ( $\lg k_{НБ}$ ), представленного уравнением, полученного обработкой экспериментальных данных по методу наименьших квадратов видно, что между этими величинами имеет место линейная зависимость с наклоном, практически не отличным от единицы:

$$\lg k_{НБ} = (1,085 \pm 0,037) \lg k_{диглим} + 0,123 \pm 0,172$$

$$r = 0,998 \quad s = 0,029$$

Из этого, а также на основании близости параметров активации можно заключить, что реакция исследованного соединения с ГХЦПД протекает по единому механизму в обоих растворителях.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Синтезы и характеристики *N, N'*-бис-имида цис-4-циклогексен-1,2-дикарбоновой кислоты и его аддукта с ГХЦПД — *N'*-2,4,6-трибром-фенилимида эндо-экзо-1,2,3,4,11,11-гексахлортрицикло (6,2,1;05,10) — 2-упдецен-7,8-дикарбоновой кислоты описаны в работе [3]. Растворители очищались и соответствовали с работой [10].

Кинетика реакции изучалась методом полярографии на полярографе ОН-101 фирмы «Radelkis», как описано в наших предыдущих работах [1—4].

#### Выводы

1. Изучена кинетика реакции диевой конденсации *N, N'*-бис-имида цис-4-ЦГДК с ГХЦПД в среде диметилевого эфира диэтиленгликоля при различных температурах.
2. Определены третий порядок и параметры активации реакции.
3. Показано, что скорость исследованной реакции незначительно зависит от природы растворителя.

#### Литература

1. Салахов М. С., Мусаева Н. Ф., Караева А. К., Сулейманов С. Н. ЖОрХ, 15, 2101, 1979.
2. Салахов М. С., Мусаева Н. Ф., Караева А. К., Сулейманов С. Н. Реакт. способ, орг. соед., 15, 305, 1978.
3. Салахов М. С., Мусаева Н. Ф., Ибрагимов А. П., Гасанова А. А., Копылова Т. А. «ДАН Азерб. ССР», № 1, 1982.
4. Салахов М. С., Мусаева Н. Ф., Гусейнов М. М., Сулейманов С. Н. ЖОрХ, 13, 501, 1977.
5. Салахов М. С., Мусаева Н. Ф., Сулейманов С. Н., Гусейнов М. М. Науч. труды Азерб. ин-та нефтехимии им. М. Азизбекова, № 2, 63, 1979.
6. Салахов М. С., Мусаева Н. Ф., Сулейманов С. Н., Гусейнов М. М. Науч. труды Азерб. ин-та нефтехимии им. М. Азизбекова, № 3, 76, 1979.
7. Andrews Z. J., Keefe R. M. J. Am. Chem. Soc., 77, 6284, 1955.
8. Dewar C., Rugeon P. S. J. Am. Chem. Soc., 92, 3008, 1970.
9. Степанова Д. Е., Калабина А. В. и др. «Химия и химическая технология», № 3, 1988.
10. Вайсбергер А., Проскауэр Э., Риддик Дж., Тунс Э. Органические растворители. ИЛ, 1958.

Институт хлорорганического синтеза

Поступило 20. III 1980

Н. Ф. Мусаева, М. С. Салахов, А. И. Исрафилов, А. А. Гасанова, Р. И. Гулиева  
**ГЕКСАХЛОРОЦИКЛОПЕНТАДИЕННИ ҺӘЛГӘВН ДИЕНОФИЛЛӘРЛӘ  
 ДИЕН КОНДЕНСЛӘШМӘСИ РЕАКЦИЈАСЫНЫН  
 КИНЕТИКА ВӘ МЕХАНИЗМИ**

Мәғаләдә полжарографија үсулу илә *тсис*-4-циклоһексен-1,2-дикарбон туршусунун *N, N'*-бисимидиний һексахлортсиклопентадиенлә диэтиленгликолун диметил эфириндә диен конденсләшмәси реаксиясынын кинетикасынын өҗрәнилмәсиндән бәһс олуңур.

N. F. Musaeva, M. S. Salakhov, A. I. Israfilov, A. A. Gasanova, R. I. Gulieva  
**KINETICS AND MECHANISM OF DIENE CONDENSATION OF  
 HEXACHLOROCYCLOPENTADIENE WITH CYCLIC DIENOPHILES**

The reaction kinetics for diene condensation of *N, N'*-bis-imide of *cis*-4-cyclohexene-1,2-dicarboxylic acid with hexachlorocyclopentadiene in dimethyl ether of diethylene glycol was investigated by polarography. The order and activation parameters of process were determined.

УДК 547.413.5.

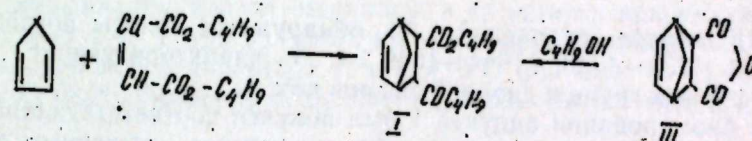
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Чл.-корр. М. М. МОВСУМЗАДЕ, А. С. КЯЗИМОВ, Н. В. ПЕТРОВА,  
 З. А. САФАРОВА, Г. Х. МАМЕДОВА

**СИНТЕЗ И БРОМИРОВАНИЕ ДИБУТИЛОВОГО ЭФИРА  
 БИЦИКЛО-(2,2,1)-2-ГЕПТЕН-5,6-ДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ**

Исследована реакция диеновой конденсации циклопентадиена с дибутиловым эфиром малеиновой кислоты и бромирование образующегося аддукта. Показано, что в зависимости от условий реакции возможна эндо-изомеризация аддукта и соответствующего дибромиды.

Одним из диенов, охотно участвующих в реакции Дильса-Альдера, является циклопентадиен. Его аддукты с разнобразными фienoфилами нашли широкое применение в качестве различных ингредиентов смазочных масел и полимерных материалов [1, 3]. В то же время в литературе имеется мало данных о взаимодействии циклопентадиена с диалкиловыми эфирами малеиновой кислоты [4, 5], которые представляются весьма перспективными пластифицирующими веществами. В связи с изложенным, нами изучена реакция диеновой конденсации циклопентадиена с дибутиловым эфиром малеиновой кислоты:



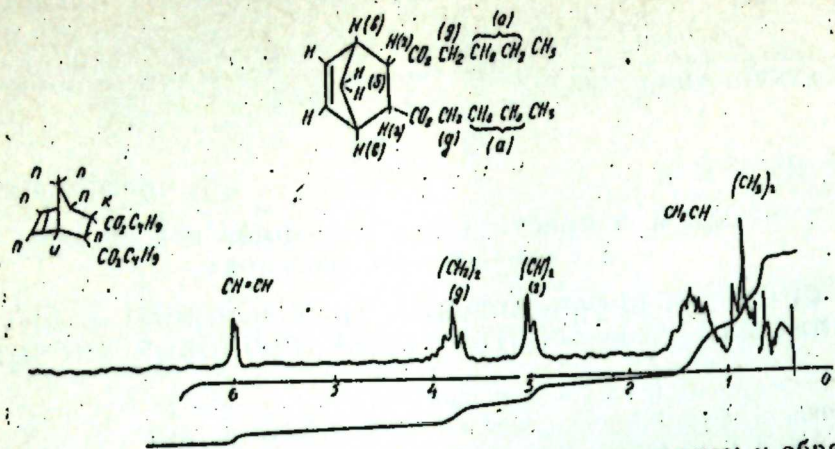
Реакция протекает довольно гладко с высоким выходом (86%) уже при температуре 60—80°C. Образующийся аддукт I имеет эндоконфигурацию, что было доказано встречным синтезом его, исходя из ангидрида бицикло-(2,2,1)-2-гептен-5,6-дикарбонической кислоты III, известной эндо-структуры [6].

В условиях этой реакции (60—70°C) аддукт не подвергается изомеризации. По константам и данным тонкослойной хроматографии идентичен продукту конденсации циклопентадиена с дибутиловым эфиром малеиновой кислоты. В ПМР-спектре полученного аддукта I (рисунок) триплет с центром при  $\delta$  0,85 м. д. отвечает сигналу метильных протонов СН<sub>3</sub>-групп. Метиленовые и метиновые протоны (а, б, в) фрагментов проявляются в виде сложного мультиплета с центром при  $\delta$  1,35 м. д. Метиленовые протоны фрагменты (г) проявляются в виде дублета с центром при  $\delta$  3,0 м. д.

Протоны фрагмента (д) проявляются при  $\delta$  3,8 м. Протоны двойной связи проявляются в виде неразрешенного мультиплета (аллильное взаимодействие) с центром при  $\delta$  6,0 м. д.

Проведение реакции диеновой конденсации циклопентадиена с дибутиловым эфиром малеиновой кислоты при 190—200°C в течение 12 ч



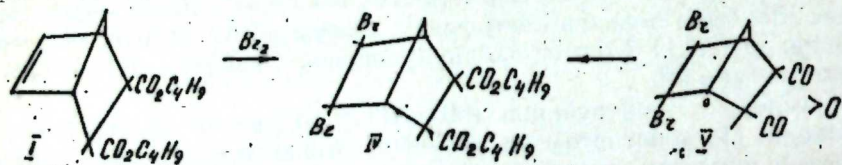


привело, частично к ретродиеновому распаду, а в основном к образованию аддукта II экзо-структуры, который был также получен нами из эндо-изомера I при нагревании его в присутствии уксусной кислоты при 180°C.



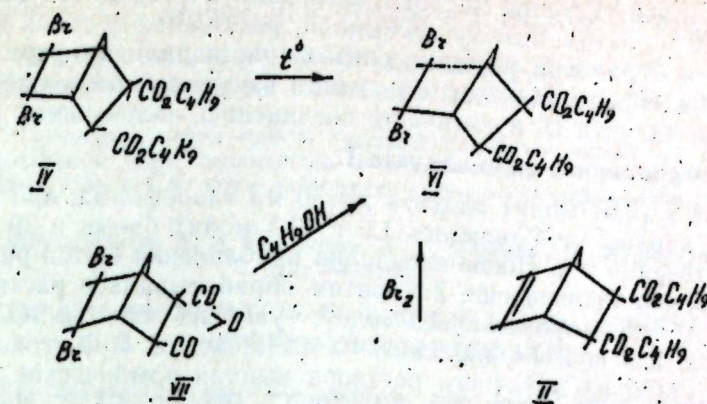
В ИК-спектре соединений I, II, обнаружены полосы поглощения в областях 1739—1748; 1644—1649 см<sup>-1</sup>, характеризующие наличие сложноэфирных групп и двойной связи в них.

При бромировании аддукта I был получен соответствующий дибромид IV, эндо-структура которого была доказана встречным синтезом путем взаимодействия эндо-ангидрида транс-2,3-дибромбицикло-(2,2,1)-гептан-5,6-дикарбоновой кислоты V [7] с бутиловым спиртом:



В ИК-спектре дибутилового эфира транс-2,3-дибромбицикло-(2,2,1)-гептан-5,6-дикарбоновой кислоты IV выделяются полосы поглощения в областях 1735—1743, 648 см<sup>-1</sup>, указывающих на наличие сложноэфирных групп и C—Br-связи. Аналогичным образом при бромировании аддукта II был получен соответствующий дибромид VI, имеющий экзо-конфигурацию. Этот же дибромид был получен изомеризацией эндо-дибромиды I, а также при взаимодействии экзодибромангидрида VII [8] с бутиловым спиртом.

\* Спектры сняты на ЯМР-спектрометре «Гесла» ЧССР на частоте 80 Мгц с внутренним эталоном ГМДС.



Таким образом, показано, что в зависимости от условий реакции диеновой конденсации, образуются аддукты эндо-, либо экзо-структуры, причем возможна эндо-экзо-изомеризация указанных аддуктов, а также соответствующих дибромидов.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

##### 1. Дибутиловый эфир бицикло-(2,2,1)-2-гептан-5,6-дикарбоновой кислоты I.

В ампулу помещалось 1,32 г (0,02 моля) циклопентадиена, 50 мл бензола и 2,28 г (0,01 моля) дибутилового эфира малеиновой кислоты. Запаянная ампула нагревалась в масляной бане в течение 7—8 ч. Затем ампула вскрывалась, бензол отгонялся, а из остатка вакуумной перегонкой получено 2,45 г (86%) дибутилового эфира бицикло-(2,2,1)-2-гептен-5,6-дикарбоновой кислоты с т. кип. 110°C (0,5 мм); 1,4330. Найдено, %: С, 69,26; 69,33; Н 9,98; 8,91, С<sub>17</sub>Н<sub>26</sub>О<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 69,38; Н 8,84.

##### 2. Встречный синтез аддукта I.

В колбе, снабженной механической мешалкой и термометром, интенсивно перемешивалось 1,64 г (0,01 моля) ангидрида бицикло-(2,2,1)-2-гептен-5,6-дикарбоновой кислоты 7,4 г (0,1 моля) бутилового спирта подкисленной 1-2 каплями конц. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при 80—90°C в течение 6—7 ч.

Затем реакционная смесь нейтрализовалась несколькими каплями триэтиламина, избыток бутилового спирта отгонялся, а из остатка вакуумной перегонкой было выведено 2,46 г дибутилового эфира бицикло-(2,2,1)-2-гептен-5,6-дикарбоновой кислоты, идентичной аддукту, полученному по методике, описанной в п. 1.

##### 3. Синтез экзо-аддукта II.

Аддукт II был получен диеновой конденсацией циклопентадиена с дибутиловым эфиром малеиновой кислоты при температуре 190—200°C в течение 12 ч по методике, описанной в п. 1 с сохранением тех же мольных соотношений аддентов.

При этом вакуумной перегонкой было выделено 2,1 кг аддукта II с т. кип. 140° (0,1 мм) n<sub>D</sub><sup>20</sup> 1,4322. Найдено, % С 69,27; 69, 22; Н 8,92; 8,95 С<sub>17</sub>Н<sub>26</sub>О<sub>4</sub>. Вычислено, %: С 69,38; Н 8,84.

##### 4. Изомеризация эндо-аддукта I в экзо-аддукта II

Смесь 2,94 г (0,01 моля) эндо-аддукта I и 30 мл декалина, подкис-

ленную каплей уксусной кислоты, нагревали в ампуле при 180°C в течение 10—12 ч. Затем ампулу вскрывали, реакционную смесь промывали водой до нейтральной реакции, остаток растворяли в эфире и сушили над  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Эфир отгонялся, из остатка вакуумной разгонкой получено 2,05 г экзо-аддукта II, идентичного соединению, полученному в п. 3.

#### 5. Bromирование эндо-аддукта I.

К 2,94 г (0,01 моля) аддукта I в 50 мл хлороформа, при перемешивании по каплям прибавлялось 1,6 г (0,1 моля) брома в 30 мл хлороформа в течение 2 ч. После окончания прибавления брома реакционная смесь перемешивалась еще 2 ч, затем обрабатывалась раствором тиосульфата натрия, промывалась водой, сушилась над  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , отфильтровывалась и к ней прибавлялось 10 мл диоксиана. При стоянии в течение двух суток из маточного раствора выпали ромбические кристаллы эндо-дибромиды IV с т. пл. 103—106°C. Выход—4,1 г. Найдено, %: C 44,62; H 4,85; Br 5,61; 5,04; Vч 35,15; 35,11;  $\text{C}_{17}\text{H}_{26}\text{O}_4\text{Br}_2$ . Вычислено, %: C 44,93; H 5,72; Vч 35,24.

6. Встречный синтез эндо-дибромиды IV проводился по методике, описанной в п. 2 с сохранением тех же мольных соотношений реагентов. При этом после взаимодействия ангидрида транс-2,3-дибромбисцикло-(2,2,1)-2-гептен-5,6-дикарбоновой кислоты с бутиловым спиртом был выделен эндо-дибромид IV, идентичный соединению, полученному по методике, описанной в п. 5.

7. Bromирование экзо-аддукта II проводилось аналогично bromированию эндо-аддукта I п. 5. При этом было получено 3,82 г экзо-дибромиды VI с т. пл. 126—127°C. Найдено, %: C 44,64; H 5,74; 5,0; Vч 35,17; 35,12;  $\text{C}_{17}\text{H}_{26}\text{O}_4\text{Br}_2$ . Вычислено, %: C 44,93; H 5,72; 35,24.

8. Изомеризация эндо-дибромиды проводилась по методике, описанной в п. 4.

При этом был выделен экзо-дибромид VI, идентичный dibромиду, описанному в п. 7.

9. Bromирование экзо-аддукта II проводилось по методике, описанной в п. 2. При этом был получен экзо-дибромид VI, идентичный описанным в п. 7, 8.

#### Литература

1. Мельников И. Н., Вольфсон Л. Г. „Хим. пром.“, 413, 1953. 2. Анг. пат. № 695213, С. А. 49, 2512, 1959. 3. Robitshek P., Thomas Blameng. Eng. M., 46, 1628, 1954. 4. Blomglust A. M., Winslow E. C. J. Org. Chem., 10, 149, 1945. 5. Carter P. G., Plimmer H. Brit. pat., № 578867, 1946, С. А., 41, 4062, 1947. 6. Alder R., Stein G. Angew. Chemie, 50, 510, 1937. 7. Alder R., Stein G. Ann., 564, 216, 228, 247, 1933. 8. Bartlett P. D., Schneider A. J. Amer. Chem. Soc., 68, 6, 1946. 9. Graig D. J. Amer. Chem. Soc., 73, 4889, 1951.

Азербайджанский институт  
нефти и химии им. М. А. Азизбекова

Поступило 9. XII. 1981

М. М. Мөвсүмзаде, А. С. Казымов, Н. В. Петрова, З. А. Сәфарова, Г. Х. Мәмәдов

#### БИТСИКЛО-2,2,1-2-ГЕПТЕН-5,6-ДИКАРБОН ТУРШУСУ ДИБУТИЛ ЭФИРИНИН СИНТЕЗИ ВӘ БРОМЛАШМАСЫ

Мәғаләдә тсиклопентадигени малени туршусунун дибутил эфири илә диген конденләшмә реаксиясы тәдгиг едилмишдир. Кестәрилмишдир ки, реаксия шәрәтиндән асмлы оларар аддуктун вә уғрун дибромидни эндо-экзо-изомерләшмәси мүмкүндүр.

M. M. Movsumzade, A. S. Kyazimov, N. V. Petrova, Z. A. Safarova,  
G. Kh. Mamedov

#### SYNTHESIS AND BROMINATION OF DIBUTYL ESTER OF BICYCLO- (2, 2, 1)-2-HEPTENE-5,6-DICARBONIC ACID

In the article condensation of cyclopentadiene with dibutyl ester of malleic acid has been investigated. Bromination of adduct of this reaction was studied too. Endo- and exo-isomers were received in the result of reactions.

Акад. А. А. АЛИЗАДЕ, чл.-корр. Акад. А. АЛИ-ЗАДЕ, С. М. ГАДЖИЕВ,  
Ф. С. АХМЕДБЕЙЛИ, Ч. М. КАШКАИ

## НОВЫЙ МИНЕРАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК В КУБИНСКОМ РАЙОНЕ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

Среди широко распространенных лечебных минеральных вод различных генетических типов по своему физико-химическому составу и физическому действию на организм «Нафтуса» является уникальной водой и не имеет равной себе в мире. Вместе с тем, Трусковецкий курорт, функционирующий длительный период времени на базе источника этой воды, в настоящее время не удовлетворяет потребности ежегодно увеличивающегося контингента больных и, естественно, требует изыскания новых источников вод типа «Нафтуса» в других регионах страны. В этом отношении северо-восточный склон юго-восточного окончания Большого Кавказа, в пределах которого сосредоточены разнообразие типы минеральных вод, представляет значительный интерес. Именно здесь была установлена аналогичность давно известной в литературе минеральной воды источника Кала-алты в Дивичинском районе [2] с минеральными водами типа «Нафтуса» [3]. Однако современные эксплуатационные ресурсы минерального источника Кала-алты недостаточны, чтобы обеспечить потребность курорта с учетом перспектив его развития. В связи с этим возникает необходимость расширения его гидро-минеральной базы за счет открытия новых источников вод указанного типа.

Исходя из изложенного, а также из комплексной оценки гидро-минеральных ресурсов в течение 1978—1980 гг. специальной экспедицией Института геологии АН Азерб. ССР в пределах рассматриваемого региона проводились регулярные геолого-гидрогеологические и гидрогеохимические исследования, в результате которых авторами настоящего сообщения был обнаружен новый, ранее неизвестный, минеральный источник Зимбабагулу (Кархун) в Кубинском районе.

Минеральный источник Зимбабагулу расположен на правом берегу р. Карачай на высоте до 1500 м над ур. моря, в 1,5 км от с. Кархун и 10 км к юго-западу от г. Кубы. Участок локализации источника сложен отложениями средней юры, представленными темно-серыми глинистыми сланцами, чередующимися с тонкослоистыми песчаниками серого цвета. Эта сланцево-песчаная толща собрана в ритмичную мелкую складчатость. Складки, как правило, асимметричны с крутыми северными и пологими южными крыльями. Почти все они в сводовой части осложнены разрывами типа надвигов и взбросов. К одному из этих разрывов и приурочен источник минеральной воды Зимбабагулу. В гидрогеологическом отношении район расположения источника представляет собой раскрытые гидрогеологические структуры, где параметры зоны разгрузки источника находятся в прямой зависимости от степени и ха-

рактера трещиноватости, водовмещающих песчаников и алевролитов. Эти отложения в разрезе, быстро замещаются глинистыми сланцами. Все это обуславливает слабые фильтрационные свойства и водоносность пород, отсутствие в районе источника водоносных горизонтов, прослеживающихся на значительном расстоянии.

Результаты гидрогеохимических исследований минеральной воды ист. Зимбабагулу, позволяют отметить, что по основным специфическим признакам названная вода обнаруживает заметное сходство с водами типа «Нафтуса» (таблица)\*. Так, в составе воды доминирующим является гидрокарбонат-ион. Для сульфат-иона и хлор-иона характерно подчиненное положение. Катионы распределены почти поровну. Общая минерализация воды колеблется в пределах 0,59—0,8 г/л. Вода источника прозрачная и бесцветная со слабым запахом сероводорода. Температура воды — 11°C. Дебит источника составляет в среднем 60 000 л/сут. Концентрация водородных ионов (рН) равна 7,2. Согласно существующим классификациям вода ист. Зимбабагулу является слабоминерализованной и характеризуется гидрокарбонатно-сульфатно-магниево-кальцево-натриевым составом.

В составе воды ист. Зимбабагулу в небольших концентрациях обнаружены такие микроэлементы как марганец, алюминий, железо закисное, титан, медь, свинец, цинк, стронций, литий, бром, йод; бор; кремниеслота, уран, т. е. элементы, характерные для вод типа «Нафтуса». Обращает на себя внимание относительно повышенные содержания стронция, лития и кремниеслота. Содержание микроэлементов, хотя и не достигает лечебных концентраций, все же должно учитываться в лечебном эффекте. Концентрация микроэлементов, подлежащих ограничению техническими требованиями ГОСТа 1327-73 (ванадий, свинец, уран) не превышает допустимых норм. Соединения группы азота или не обнаруживаются (нитриты, нитраты), или содержатся в незначительных количествах (аммония—0,4 мг/л).

Газонасыщенность источника очень низкая (45 мл/л), так называемый, фактор-отношение объема газа к объему воды не превышает единицы. Газ почти на 95% состоит из углекислоты и азота, содержит незначительные количества метана (2,8%) и сероводорода (5,3 мг/л).

Органическим веществом минеральной воды «Нафтуса» принадлежит большая роль в определении лечебных свойств механизма ее действия на организм. Основная масса органики в воде ист. Зимбабагулу, как и в водах типа «Нафтуса», состоит из органического углерода (2—15 мг/л), нефтяных битумов (2,4 мг/л), гуминового вещества (2,8 мг/л), генетически тесно связанных с органикой глинистых сланцев средней юры, где содержания  $C_{орг}$  и битумов лежат соответственно в пределах 0,4—1,5 и 5%, а гуминовые вещества содержатся в незначительных количествах [1]. Фенолы, ароматические углеводороды и другие токсические органические соединения в названной воде не обнаружены. В качестве энергетического материала органические вещества являются также питательным субстратом для жизнедеятельности микроорганизмов, населяющих ист. Зимбабагулу, которые, как и в водах типа «Нафтуса», представлены метанообразующими, нитрифицирующими, денитрифицирующими и сульфатредуцирующими бактериями.

\* Анализ были выполнены в физико-химических лабораториях Управления геологии Азерб. ССР, АЗНИИнефть, Бакинского филиала ВОДГЕО, Питтгорского НИИ курортологии и физиотерапии и в лаборатории природного газа Института геологии АН Азерб. ССР.

Сравнительная гидрохимическая характеристика минеральных вод типа "Нафтуса"

Водосточник	Формула Курлова	Т°С	М, г/л	рН	D, л/сут	Микроэлементы, мг/л							
						NH <sub>4</sub>	Mn	Al	Ti	Fe	Cu	Pb	Zn
Зинбабагулу (Кар-хун) Кубинский район Азерб. ССР	$\text{HCO}_{66-73}^3 \text{SO}_{19-33}^4$ Na <sub>33</sub> Ca <sub>25</sub> Mg <sub>17</sub>	9-11	0,59-0,8	7,2	60 000	0,4	0,024	0,024	0,05	0,016	0,046	0,038	0,012
"Нафтуса" Укр. ССР	$\text{HCO}_{70-86}^3 \text{SO}_{12-24}^4$ Ca <sub>47-63</sub> Mg <sub>26-46</sub>	6,3-10	0,65-0,78	7,2	65 000	0,6	0,04	1,0	0,005	0,01	0,01	0,06	0,06
Кала-алты Дивичинский район Азерб. ССР	$\text{HCO}_{87}^3$ Ca <sub>77</sub> Mg <sub>12</sub>	10-12	0,41-0,6	7,2	130 000	0,46	0,049	0,11	0,0033	0,025	He обн.	0,024	0,0028

## Продолжение таблицы

Микроэлементы, мг/л													Растворенные газы, об. %			
Ag	Sr	Li	Hg	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	J	Br	B	V	U	H <sub>2</sub> S, мг/л	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> +редкие газы	CH <sub>4</sub>		
0,0008	0,43	0,09	0,00004	12	0,0025	0,26	0,54	0,00032	$0,0003 \cdot 10^{-8}$	3,6	35	1,56	62	2,8		
Сл.	0,04	0,003	0,0025	10	0,0005	0,05	0,2	0,00004	He обн.	2,3	46	0,42	52	1,55		
0,0005	0,02	0,06	He обн.	9	0,0036	0,9	2,7	0,00026	$0,01 \cdot 10^{-7}$	2,7	22,8	0,9	69,9	4,3		

## Продолжение таблицы

Органические вещества, мг/л					Количество физиологических групп бактерий				
Перманганат-мост, мг/л	Сорб.	Битумы	Гуминовые вещества	Фенолы	Метанообразующие	Нитрофицирующие	Денитрифицирующие	Тионовокисляющие	Сульфатредуцирующие
11,9	2-15,3	2,5	2,8	He обн.	80	1,0	4,5	-	10
2,16	5,0-25	2,2-6	4,2	0,42	150	3,5	9,5	-	15
9,6	6-14	3-8	2,4	0,67	+	+	+	-	+

Рассматривая генетические аспекты формирования, следует отметить, что среди многочисленных и разнообразных факторов, непосредственно влияющих на формирование химического состава минеральной воды ист. Зимбабагулу, главными являются атмосферные осадки и метералогический состав водовмещающих пород. Справедливость такого заключения подтверждает аналогичность элементарного состава солей воды, песчаников и глинистых сланцев (карбонаты, гипс), отношение

$\frac{Ag}{N_2}$  (1,8), слабая минерализация и соответствующие этим показателям

величины генетических соотношений:  $\frac{rNa}{rCl}$ ,  $\frac{Cl}{Br}$ ,  $\frac{rSO_4}{rCl}$ ,  $\frac{Ca}{Sr}$  (2,18, 6,8, 17,3, 21,3).

Воды подобного состава и минерализации в последние годы все шире используются в лечебных целях (Сходницкие, Бориславские, Шкловские, источники Львовской области; Ундеровские—Ульяновской области; источники Кала-алты, Тенгя-алты в Азербайджанской ССР) и рассматриваются в той или иной степени, как аналоги «Нафтуса». В отдельных случаях, это сходство подтверждено клиническими исследованиями. Общим в генезисе этих вод является связь с битуминозными породами, что имеет место и в случае источника Зимбабагулу.

Минеральная вода ист. Зимбабагулу была подвергнута комплексным гидрохимическим анализам в Пятигорском НИИ курортологии и физиотерапии, на основе чего установлена принадлежность воды ист. Зимбабагулу к группе слабоминерализованных вод близких к «Нафтуса» и в соответствии с заключениями, выданными этим институтом, она показана для лечения урологических, печеночных больных, больных с заболеваниями обмена веществ и желудочно-кишечного тракта. В дальнейшем названная вода испытывалась в условиях Рюкской участковой больницы Кубинского района над больными с указанными заболеваниями и был получен положительный лечебный эффект как и от других представителей вод типа «Нафтуса».

Таким образом, проведенные геолого-гидрогеологические и гидрогеохимические исследования показывают, что по своим условиям формирования, особенностям химического, газового, микроэлементного, бактериального и органического состава минеральная вода ист. Зимбабагулу может быть отнесена к натуральным лечебным питьевым водам типа Трусковецкой воды «Нафтуса». В то же время благоприятные горно-климатические условия с. Кархун и целебные свойства воды ист. Зимбабагулу создают необходимую предпосылку рассмотреть эту часть Кубинского района в будущем как бальнеоклиматическую здравницу.

#### Литература

1. Ализаде А. А., Ахмедов Г. А. и др. Оценка нефтепроизводящих свойств мезокайнозойских отложений Азербайджана. Изд-во «Эльм». Баку, 1975.
2. Яценков Б. П., Ализаде А. А. Дивичинский нефтеносный район. Азнефтеиздат, 1936.
3. Кашкай М. А., Гаджиев С. М. «ДАН Азерб. ССР», т. XXV, № 4, 42—44, 1969.

Институт геологии

Поступило 10. IX 1981

А. Э. Элизадэ, Ак. А. Эли-заде, С. М. Гаджиев, Ф. С. Эхмедбейли, Ч. М. Гашгај

АЗЭРБАЙЖАН ССР-ин ГУБА РАЈОНУНДА ЈЕНИ МИНЕРАЛ СУ БУЛАГЫ

Мәгаләдә Губа рајонунун Орта Јура јашлы килли-гумдашлы чөкүнтүләринин ни-  
кшаф етдији саһадә јени ачылмыш Зимбабагулу минерал булагындан бәис едилир.  
Һәмин булагын минерал сују өзүнүн гидрогеохимјәви хүсусијјәтләринә вә бальнеоложи  
хәссәләринә кәрә мәшһур «Нафтуса» типли минерал суларын аналогудур.

A. A. Alizade, Ak. A. Ali-zade, S. M. Gadjiev, F. S. Akhmedbeili,  
Ch. M. Kashkay

NEW MINERAL SPRING IN THE CUBA AREA OF AZERBAIJAN SSR

New mineral spring Zimbabagulu is found in zone of development of bituminous middle Jurassic clayey sandstone deposits in Cuba area of Azerbaijan SSR. According to its hydrogeochemical peculiarities and balneological properties the water of this spring is related to the group of weak-mineralized waters analogous to the „Naftusya“ of Truskavetsk.

УДК 551.563

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЯ

Х. АЛИЮЛЛА, С. А. ШИХЛИНСКИЙ

О ВЫДЕЛЕНИИ ЗОНЫ *TRUNCOROTALOIDES ROHRI*  
В НАХИЧЕВАНСКОЙ АССР

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР К. А. Аливаде)

Среднеэоценовые отложения в Нахичеванской АССР имеют широкое распространение и выражены вулканогенно-осадочной, туфо-конгломератовой и осадочной толщами. Осадочные отложения представлены известковыми глинами, мергелями, аргиллитами, известняками и песчаниками, которые содержат богатую и разнообразную фауну планктонных фораминифер.

На основании изучения фораминифер среднеэоценовые отложения нами расчленены на микрофаунистические зоны: *Acarinina bullbrookii*, *Acarinina rotundimarginata* и *Truncorotaloides rohri*. Последняя зона венчает разрез среднего эоцена и выделяется впервые. Уточнение границ зоны имеет важное стратиграфическое значение, так как по ее кровле проводится граница среднего и верхнего эоцена.

Аналогом рассматриваемой зоны в Азербайджане является зона *Globigerina turkmenica*, которая прослеживается в разрезах Крыма, Северного Кавказа, Западной Туркмении, Грузии, Армении и в других регионах.

Выделяя зону *Globigerina turkmenica* на Малом Балхане Д. М. Халилов [5] сопоставляет ее с зоной "тонкостенных планктонных фораминифер" Северного Кавказа, прослеженной Н. Н. Субботиной [3,4].

Следует отметить, что зона мелких планктонных фораминифер Е. К. Щуцкой [7] подразделена на две подзоны: *Globigerina turkmenica* и *Bolivina asiatica*, причем для верхней части зоны помимо планктонных фораминифер характерно наличие богатого комплекса бентосных форм.

В Азербайджане, в слоях среднего коуна, Д. М. Халилов [6] выделяет аналогичный комплекс зоны *Globigerina turkmenica*, сопоставляя ее с Кумским горизонтом Северного Кавказа.

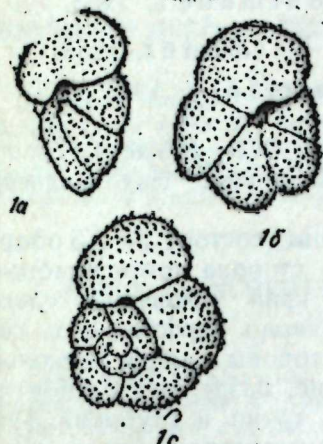
В. А. Крашенинников [1,2] сопоставляет зону *Globigerina turkmenica* Кавказа с зоной *Truncorotaloides rohri* Сирии и Египта.

Изучение Нахичеванского материала показало, что на стратиграфическом уровне зоны *Globigerina turkmenica* прослеживается достаточно измененный комплекс планктонных фораминифер. Здесь единичны *G. turkmenica* Chaillov, не прослеживается преобладание глобигерин и других фораминифер, участвующих в комплексе зоны *Globigerina turkmenica*, выделяемой в различных регионах Азербайджана.

Общими фораминиферами для зоны *Globigerina turkmenica* и *Truncorotaloides rohri* являются *Globigerina ineretacea* Chaillov, *G. turkmenica* Cha-

illov, *G. azerbaijanica* Chaillov, *G. pseudocorpulenta* Chaillov, *Pseudohastigerina micra* (Cole), и др.

В отличие от комплекса зоны *Globigerina turkmenica* планктонные фораминиферы зоны *Truncorotaloides rohri* представлены разнообразным видовым и родовым составом.



а—с—*Truncorotaloides rohri* Bronniman et Bermudes × 87 Оригинал № 6069/1. Нахичеванская АССР, сел. Сираб, средний эоцен, зона *Truncorotaloides rohri*: а—вид со спиральной стороны; б—вид с пупочной стороны; в—вид с боку.

В зоне *Truncorotaloides rohri* наряду с перечисленными формами многочисленны: *Acarinina rugosoaculeata* Subbotina, *Truncorotaloides rohri* и др. Часто встречаются: *Globorotalia* aff. *pseudomayeri* Bolli, *G. rensi* Bolli, *Globorotaloides* aff. *suteri* Bolli и др.

Анализ видового состава комплекса, встреченного в Нахичевани, показывает значительное сходство с комплексом зоны *Truncorotaloides rohri*, выделенной в различных регионах Средиземноморья и Карибского бассейна.

Зона *Truncorotaloides rohri* в Нахичеванской АССР нами прослежена в разрезах Тиркеш, Парадаш, Шурут, Кирна, Сираб, Махмудоба и др.

Для этой зоны в перечисленных разрезах Нахичевани характерно присутствие: *Truncorotaloides rohri* Bronniman et Bermudez, *Acarinina rugosoaculeata* Subbotina, *Globigerina ineretacea* Chaillov, *G. pseudocorpulenta* Chaillov, *G. azerbaijanica* Chaillov, *G. praebulloides* Blow, *G. galavisi* Bermudez, *G. turkmenica* Chaillov, *Globigerinita howei* Banner et Blow, *Pseudohastigerina micra* (Cole) *Globigerina subtriloculinoides* Chaillov, *G. pseudovenezuelana* Blow et Banner, *G. aff. ouachitaensis* Howe et Wallace, *G. eocaena* Cumbel, *Globorotaloides* aff. *suteri* Bolli, *G. rensi* Bolli, *G. spinulosa* Gushman, *G. centralis* Gushman et Bermudez, *G. pomeroli* Toumarkin et Bolli, *G. aff. pseudomayeri* Bolli, *G. cerro-azulensis* (Cole), *Globigerinatheka index* (Finlay), *Acarinina rotundimarginata* Subbotina.

Определяя объем зоны *Truncorotaloides rohri* и подчеркивая сходство с объемом зоны *Globigerina turkmenica* Кавказа, следует особо отметить очень четкую верхнюю границу зоны, которая совпадает с границей верхнего и среднего подразделов эоцена и определяется нижней границей зоны *Globigerinatheka semilivoluta*, выделяемой в различных регионах Европы, Центральной Америки и Океании.

Менее убедительно совпадение нижней границы зоны *Tr. rohri* по Нахичеванской АССР и по другим регионам Средиземноморья. На Кавказе она сопоставляется с нижней границей зоны *Globigerina turkmenica*.

Нами приводится описание вида—индекса *Truncorotaloides rohri* Bronniman et Bermudez.

Род. *Truncorotaloides* Bronniman et Bermudez, 1953.

*Truncorotaloides rohri* Bronniman et Bermudez, 1953.

*Truncorotaloides rohri*: Bronniman, Bermudez, 1953, с. 817—820.

Оригинал. Институт геологии АН Азерб. ССР, №6069/1.

Зона. *Truncorotaloides rohri*, средний эоцен, Нахичеванская АССР, сел. Сираб.

Описание. Раковина средних размеров, состоит из 2,5 оборотов низкотрохоидной спирали. Спиральная сторона почти уплощенная, пупочная—выпуклая. Периферический край угловатый, слегка зачатый. В последнем обороте пять равномерно нарастающих, свободнорасположенных камер. Со спиральной стороны камеры несколько вытянутые и имеют трапецевидное очертание, разделены слабоуглубленными, слегка изогнутыми швами. Пупок узкий и глубокий. Первичное устье имеет вид невысокой арки, протягивается от пупка к периферическому краю.

На спиральной стороне, в месте пересечения септальных швов со спиральными, расположены вторичные шовные устья. Они часто забиты породой и поэтому не всегда наблюдаются. Стенка покрыта мелкими шипами.

Размеры, мм: наибольший диаметр—0,22—0,23, толщина—0,11—0,12.

Возраст и распространение. Впервые описан Бронниман и Бермудесом из эоцена Тринидада.

В Нахичеванской АССР нередкие экземпляры в отложениях зон *Acarinina bullbrookii* и *Acarinina rotundimarginata*. Многочисленные в зоне *Truncorotaloides rohri*.

В отложениях этого возраста *Truncorotaloides rohri* встречен в Болгарии, Сирии, АРЕ, на о-ве Тринидад, на Кубе, Танзании, а также в Океании.

#### Литература

1. Крашенников В. А. Географическое и стратиграфическое распределение планктонных фораминифер в отложениях палеогена тропической и субтропической областей. Труды ГИН АН СССР, вып. 202, стр. 1—188, 1969.
2. Крашенников В. А., Птухьян А. Е. Соотношение фауны планктонных фораминифер, нуммулитов в палеогеновых отложениях Армении. Вопросы микропалеонтолог., вып. 16, стр. 146—179, 1973.
3. Субботина Н. Н. Стратиграфия верхнего мела и нижнего палеогена Северного Кавказа. Труды ИГРИ, серия А, вып. 96, 1936.
4. Субботина Н. Н. Глобигериниды, ханткеннииды и глобороталииды. Труды ВНИГРИ, серия А, вып. 76, стр. 3—294, 1963.
5. Халилов Д. М. Стратиграфия верхнемеловых и палеогеновых отложений малого Балхана по фауне фораминифер. Баку—Л. Азнетиздат, стр. 3—91, 1948.
6. Халилов Д. М. Микрофауна и стратиграфия палеогеновых отложений Азербайджана. Изд-во АН Азерб. ССР, стр. 3—623, 1962.
7. Шукляк Е. К. Стратиграфия, фораминиферы и палеогеография нижнего палеогена Кавказа, Предкавказья и Западной части Средней Азии. "Недра". М., стр. 3—254, 1971.
8. Vol. 111 N. Planktonic foraminifera from the Eocene Nayet and San Fernando fo-

mattons of Trinidad B. W. J. U. S. Nat. Mus. Bull., № 215, 1957. 9. Bronniman P., Bermudez P. J. *Truncorotaloides*—a new foraminiferal genus from the Eocene of Trinidad. B. W. I. Journ. Paleontol., vol., 27, No. 6, pp. 817—820, pl. 87, 1953.

Институт геологии

Поступило 16. VII 1981

Х. Әлијулла, С. А. Шыхлински

#### НАХЧЫВАН МССР-дә TRUNCOROTALOIDES ROHRI ЗОНАСЫНЫҢ АЖРЫЛМАСЫНА

Мәғаләдә Нахчыван МССР-дә Орта Еосенин үст гатларында интишар тапмыш чөкмә сүхурларда планктон фораминифера галыгларынын әтрафлы өдрәнилмәси әсасында илк дәфә ажрылмыш *Truncorotaloides rohri* зонасынын кениш тәһлили вериләрәк, онун Аралыг, Атлантик, Сакит, Инд океанлары вә Кариб дәнизи һөвзәләриндән гејд олуна ејнијашлы зона илә ујғундуғу көстәрилди.

Kh. Aliyulla, S. A. Shikhlinisky

#### ABOUT TRUNCOROTALOIDES ROHRI ZONE DETERMINATION IN NAKHICHEVAN ASSR

As a result of planktonic foraminifera investigations (Nakhichevan ASSR) *Truncorotaloides rohri* zone is determined for the first time in this region. The zonal complex is analyzed, and its comparison with the same zones of Mediterranean, Pacific, Atlantic, Indian oceans and Caribbean sea is made.

УДК 622.276.1

РАЗРАБОТКА

Н. Д. ТАИРОВ, Д. Ш. ВЕЗИРОВ, Ф. Г. КЕРИМОВА, М. А. БАРЯКИНА

**ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ РАСТВОРОВ ЩЕЛОЧИ НА ПРОТИВОТОЧНОЕ КАПИЛЛЯРНОЕ ВЫТЕСНЕНИЕ НЕФТИ ВОДОЙ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ**

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. Т. Аббасовым)

Изучение вопросов разработки нефтяных и газовых месторождений, представленных трещиновато-пористыми и неоднородно-слоистыми коллекторами, является актуальной задачей нефтяной науки.

Теоретические [1, 2, 3] и экспериментальные [4, 6] работы, посвященные изучению нефтеотдачи таких коллекторов, показали, что в процессе извлечения нефти из гидрофильных неоднородных пород большую роль играют капиллярные силы. Установлено, что при заводнении неоднородных коллекторов вода из более проницаемого участка пласта под действием капиллярных сил впитывается в менее проницаемые и вытесняет из них нефть. Обмен жидкостями между этими участками пласта, в основном, происходит за счет противоточного капиллярного вытеснения.

В последние годы для целей увеличения нефтеотдачи предлагается закачивать в пласты концентрированные растворы щелочи. Конечно, при этом капиллярные явления будут также играть определенную роль.

Наличие в пластах высоких температур ставит перед исследователями задачу всестороннего изучения их влияния на капиллярное вытеснение нефти растворами щелочи.

Лабораторные исследования показали, что улучшить вытесняющие и отмывающие свойства воды можно путем добавления к ней NaOH (едкого натра). Увеличение добычи нефти будет получено за счет того, что реакция едкого натра с органическими кислотами пластовой нефти улучшает смачивание коллектора водой и уменьшает поверхностное натяжение.

Очевидно, что чем больше воды будет впитываться в малопроницаемые зоны залежи под действием капиллярных сил, тем эффективнее должен протекать процесс замещения в порах нефти водой.

Механизм вытеснения нефти щелочной водой активно проявляется на фронте вытеснения. При этом происходит следующее: значительное снижение поверхностного натяжения на контакте нефть—вода (до 0,01 эрг/см<sup>2</sup> и не менее), улучшение смачивания зерен породы, извлечение нефти из объема между глобулами воды с последующим образованием эмульсии типа «нефть в воде».

Известно, что величина капиллярного давления, которое обуславливает капиллярное вытеснение нефти водой, находится в прямой зависимости от величины поверхностного натяжения. Уменьшение этого

параметра должно ухудшить капиллярное вытеснение нефти водой. В то же время проведенные ранее исследования [6] показали, что уже увеличение температуры улучшает капиллярное вытеснение нефти водой. Механизм влияния температуры на капиллярное вытеснение нефти водой довольно подробно изучен. Влияние же температуры на капиллярное вытеснение нефти раствора щелочи в воде требует своего разрешения. В связи с этим были проведены широкие экспериментальные исследования капиллярного вытеснения нефти растворами щелочи при высокой температуре.

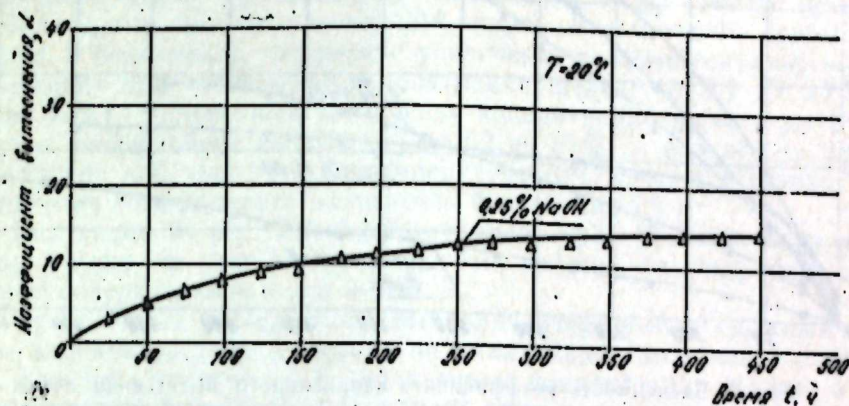


Рис. 1. Зависимость коэффициента капиллярного вытеснения нефти раствором 0,25 % NaOH от времени при 20 °C.

Вытеснение нефти проводилось растворами щелочи 0; 0,05, 0,1, 0,25, 0,5, 1,0%-ной концентраций в дистиллированной воде.

Эксперименты проведены на стеклянных колонках длиной 40 см и диаметром 3 см, загруженных гидрофильным кварцевым песком проницаемостью 10—12 дарси и оборудованных по обоим концам колпачками. Известно, что эти колонки моделируют элемент нефтяного пласта, а колпачки — высокопроницаемые участки или трещины трещиноватого коллектора.

Специальное устройство позволяло уровень воды у входа экспериментальной колонки поддерживать таким образом, чтобы вытеснение углеводородной жидкости происходило только под действием капиллярных сил.

После создания модели пористой среды и замера ее проницаемости, она под вакуумом насыщалась углеводородной жидкостью, затем проводилось капиллярное вытеснение последней раствором щелочи.

При проведении опытов по противоточному капиллярному вытеснению, выходной конец модели был закрыт и раствор поступал в модель пласта с входного конца, вытесняя нефть из этого же конца.

Противоточное вытеснение нефти растворами щелочи в воде проводилось при температурах 20, 50 и 70 °C, которые поддерживались постоянными в течение всего процесса капиллярного вытеснения.

Полученные в результате экспериментов данные свидетельствуют о существенном влиянии температуры на противоточное капиллярное вытеснение нефти из пористой среды различной концентрации растворами щелочи.

На рис. 1—3 приведены результаты противоточного капиллярного вытеснения нефти водой и растворами едкого натра.



Рассмотрение приведенных кривых зависимостей ясно показывает, что, во-первых, независимо от температуры с увеличением концентрации щелочи в воде улучшается капиллярное вытеснение нефти

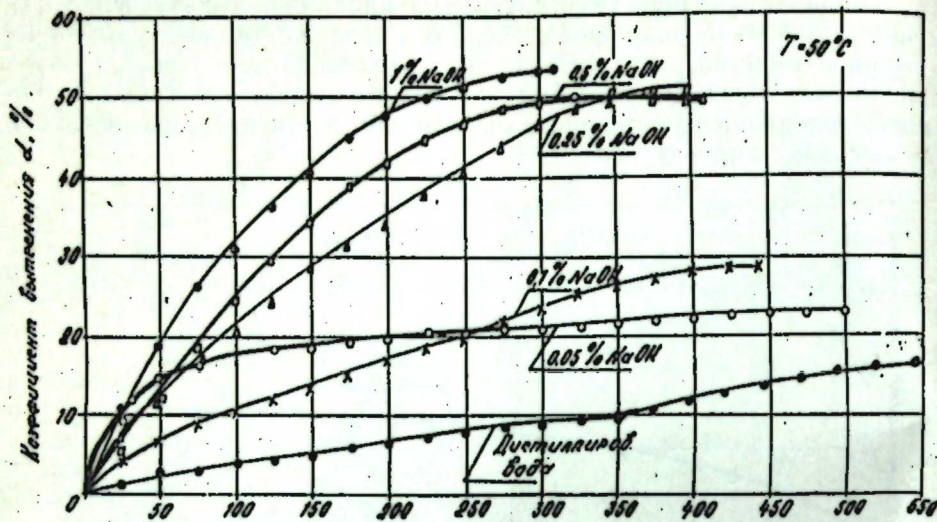


Рис. 2. Зависимость коэффициента капиллярного вытеснения нефти различными растворами щелочи NaOH в дистиллированной воде от времени при 50°C.

и, во-вторых, независимо от концентрации щелочи увеличение температуры улучшает капиллярное вытеснение нефти, т. е. повышение

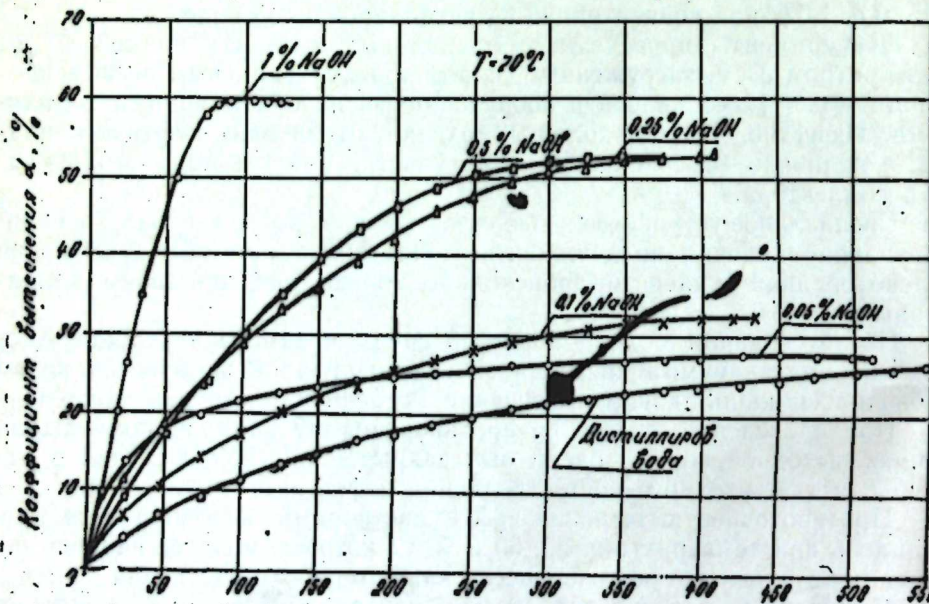


Рис. 3. Зависимость коэффициента капиллярного вытеснения нефти различными растворами щелочи NaOH в дистиллированной воде от времени при температуре 70°C.

и концентрации щелочи и температуры улучшают показатели процесса. На рис. 1 не приведены данные о вытеснении нефти водой при

20°C, т. к. при этой температуре нефть практически не вытесняется из пористой среды под действием только капиллярных сил. Капиллярное вытеснение нефти происходило при добавке к воде щелочи в концентрации более 0,1%. Уже при 0,25%-ном содержании щелочи в воде коэффициент вытеснения достиг величины 15% за 450 ч.

Повышение температуры улучшает капиллярное вытеснение нефти водой и раствором щелочи так, что при 50°C (рис. 2) 0,25%-ном раствором щелочи вытесняется уже около половины содержащейся в пористой среде нефти (коэффициент вытеснения 52%). Водой при этой температуре вытесняется около 20% нефти. Рассмотрение зависимости на рис. 2 показывает, что резкое увеличение коэффициента вытеснения происходит при повышении концентрации щелочи от 0,1 до 0,25% (с 28 до 52%). Дальнейшее увеличение концентрации щелочи до 1% повышает коэффициент вытеснения от 52 до 54%, т. е. всего на 2%. Та же картина наблюдается при температуре 70°C (рис. 3). Правда, здесь увеличение коэффициента вытеснения больше (на 7%).

Как видно из рис. 2 и 3 при температурах 50 и 70° из пористой среды только за счет капиллярных сил удается получить больше половины содержащейся в ней нефти.

Проведенные исследования выявили интересный и сложный механизм влияния растворов щелочи на капиллярное вытеснение нефти водой. Как уже отмечалось, с увеличением концентрации щелочи в воде поверхностное натяжение нефти уменьшается на два порядка, с одновременным улучшением смачивания водой поверхности породы. Однако изменение краевого угла смачивания не такое резкое, как изменение поверхностного натяжения. Поэтому величина натяжения смачивания  $\delta \cos \theta$  по мере увеличения концентрации щелочи должна уменьшаться. Вследствие этого должна уменьшаться и величина капиллярного давления ( $P = \frac{2\sigma \cos \theta}{r}$ ), т. е. ухудшаться капиллярное вытеснение

нефти водой. Однако полученные экспериментальные данные показывают, что с увеличением содержания в воде щелочи капиллярное вытеснение нефти улучшается.

По-видимому, здесь происходит изменение толщины гранично связанной с поверхностью породы нефти, вследствие чего происходит улучшение отрыва и отмыва этой пленки раствором щелочи. Повышение температуры ускоряет этот процесс, что приводит к еще большему увеличению капиллярного вытеснения нефти растворами щелочи в воде.

#### Литература

1. Баренблат Г. И., Желтов Ю. П. «ДАН СССР», т. 132, № 3, 1980.
2. Бан А. А., Богомолова А. Ф. и др. Влияние свойств горных пород на движение в них жидкости. М., 1962.
3. Боксерман А. А., Желтков Ю. П., Кочешков А. А. «ДАН СССР», № 6, 1964.
4. Везиров Д. Ш., Кочешков А. А. Факторы, определяющие процесс заводнения трещиноватопористых коллекторов. ИТС ВНИИ по добыче нефти, вып. 25, 1964.
5. Таиров Н. Д., Везиров Д. Ш., Коджаев Ш. Я., Керимов Ф. Г. «ДАН Азерб. ССР», т. XXIV, № 2, 1968.
6. Matix S. C., Kute Z. L. vol. 2, 1962.

Институт проблем глубинных нефтегазовых месторождений

Поступило 16. VII 1980

Н. Ч. Таиров, Ч. Ш. Везиров, Ф. И. Керимова, М. А. Барякина

**ЛЮКСӨК ТЕМПЕРАТУР ШЭРАНТИНДӨ НЕФТИН СУ ИЛӘ ӘКС АХЫМЛЫ  
КАПИЛЛАР СЫХЫШДЫРЫЛМАСЫНА МҮХТӘЛИФ КОНЦЕНТРАСИЈАЛЫ  
ГӘЛӘВИ МӘҖЛУЛЛАРЫНЫН ТӘСИРИ**

Лаборатория тәҷрүбәләри көстәрмишидир ки, сулуи јума габилитјәтини артырмаи үчүн онун тәркибинә  $NaOH$  гәләннен илә тәсир етмәк олар. Нефтин әкс ахымлы капиллар сыхышдырылмасы 20, 50 вә 70°C-дә 0; 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 1%-ли  $NaOH$  гәләнненни дестиллә едилмиш сулу мәҖлуллары илә апарылмишидир.

Тәҷрүбәләрдән алынған нәтиҗәләр көстәрмишидир ки, температур Кировадаг нефтинин мүхтәлиф концентрасијалы гәләннини дестиллә едилмиш сулу мәҖлуллары илә әкс ахымлы капиллар сыхышдырылмасына јахшы тәсир көстәрир.

N. D. Talrov, D. Sh. Vezirov, F. G. Kerimova, M. A. Baryakina

**INFLUENCE OF CONCENTRATED ALKALI SOLUTIONS ON ANTIFLUX  
CAPILLAR DISPLACEMENT OF OIL WITH WATER AT HIGH TEMPERATURES**

An antflux oil displacement was carried out by alkali solutions 0; 0.05; 0.1; 0.25; 0.5; 1% in water at temperatures 20, 50 and 70° C.

The data obtained as a result of the experiments outline the essential influence of temperature on influx displacement of the Kyurovdag oil from a porous medium of various concentrations with alkali solutions in distilled water.

АЗӘРБАЈҖАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘҖУЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXVIII ЧИЛД

№ 7

1982

УДК 612.822.5

**ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА  
И ЖИВОТНЫХ**

И. Г. МИРЗОЕВ

**МЕТАБОЛИЗМ БЕЛКОВ В НЕЙРОНАХ И ГЛИИ НЕКОТОРЫХ  
ЯДЕР ГИПОТАЛАМУСА ПРИ ПИТЬЕВОЙ МОТИВАЦИИ**

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

Белки и их обмен в центральной нервной системе составляют биохимическую основу процессов возбуждения, торможения и проведения нервных импульсов, синаптической передачи. В последние годы появились обстоятельные работы о белковой специфичности [5], роли белков при обучении [1], о метаболизме белков и РНК при стрессовых воздействиях [7].

Как известно, гипоталамусу принадлежит ведущая роль в регуляции уровня потребления воды в организме [2, 4, 8].

Целью настоящей работы явилось изучение динамики изменения содержания и концентрации белка в ядрах гипоталамуса при водной депривации (ВД) и в ходе последующего насыщения организма водой. Последнее является комплексным репаративным процессом, мобилизующим целый ряд органов и систем организма, в том числе и нервную систему. Анализ репаративных изменений в конкретных ядрах гипоталамуса и конкретных нейронах мог бы способствовать более глубокому пониманию функционально-биохимической корреляции в клеточных структурах ядер гипоталамуса.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

Исследование проводилось на белых крысах линии Вистар. Контрольные животные (1 гр.) получали пищу и воду. Опытные группы (II, III, IV, V и VI) животных в течение 5 суток не получали воду, но имели свободный доступ к сухой пище. После 5 суток 4 группы (III, IV, V и VI) животных соответственно по группам в течение 7, 15, 30 и 45 суток получали в неограниченном количестве воду. После истечения этих сроков животных декапировали и материал фиксировали в жидкости Карнуа. Исследовались следующие ядра гипоталамуса: латеральное гипоталамическое (ЛГЯ), супраоптическое (СОЯ), паравентрикулярное (ПВЯ) и латеральная преоптическая область (ЛПО).

Измеряли содержание и концентрацию белков в цитоплазме и ядре нейронов и глии, а также их площадь по общепринятой методике интерференционной микроскопии [3] на микроскопе БИНАМ-Л211.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Результаты исследований показали, что после 5-суточной ВД во всех изучаемых ядрах гипоталамуса происходит достоверное сниже-

ние содержания и концентрации общих белков как в цитоплазме, так и в ядре нейтронов и глии по сравнению с контрольными животными. Причем, площадь этих клеток в ЛПО, ЛГЯ и СОЯ сохранила первоначальные размеры. Уменьшение содержания цитоплазматических белков в нейронах составляет 7—16%, а в глиальных клетках-спутелитах—10—23% по сравнению с контролем. Отмечено также заметное снижение содержания ядерных белков, которое в нейроне составляет 12—30%, а в глиальных клетках—13—18%.

В ПВЯ наблюдается лишь тенденция к снижению содержания белков в нейроне. Во всех изучаемых ядрах наравне с уменьшением содержания белков в клетках снижается и их концентрация. В цитоплазме нейронов оно равно 11—20%, в ядре—15—31%. В глиальных клетках наблюдаемые уменьшения составляют в цитоплазме 13—18% в ядре—8—17% по сравнению с контролем.

В течение 7, 15, 30 и 45 суток животные получали в неограниченном количестве воду, чтобы выявить динамику восстановительных процессов.

Через 7 суток насыщения организма водой содержание и концентрация белков во всех исследованных ядрах в нейронах и глии по сравнению с контрольными животными остаются достоверно сниженными. На этот срок размеры нейронов ЛПО, ЛГЯ и СОЯ по сравнению с контролем достоверно увеличиваются.

После 15-суточной насыщенности организма водой только ПВЯ гипоталамуса содержание и концентрация белка достигают уровня контроля. В остальных исследованных ядрах эти показатели остаются достоверно сниженными, а размеры нормализуются.

На 30-е сутки в исследуемых ядрах содержание и концентрация белка в цитоплазме нейронов и полностью в глиальных клетках достигает уровня контроля. Полное восстановление содержания и концентрация белка в ядре нейронов происходит лишь на 45-е сутки насыщения организма водой.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

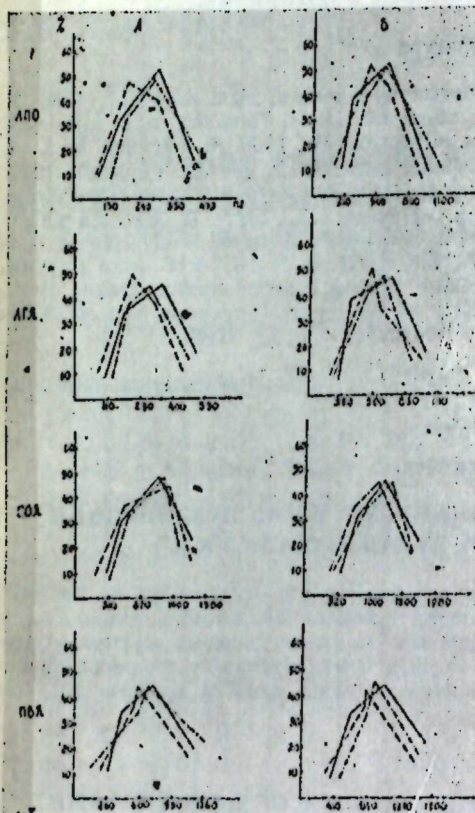
Анализ полученных результатов показывает, что отдельные ядра гипоталамуса отличаются по размерам и содержанию белков. Наибольшие размеры и содержание белков в СОЯ и ПВЯ, ЛПО и ЛГЯ по сравнению с этими ядрами имеют достоверно меньшие размеры и меньшее содержание белков.

Из гистограммы (рисунок) видно, что цитоплазма и ядра нейронов ЛПО и ЛГЯ имеют относительно небольшой диапазон колебаний с четко выраженными максимумами и большая часть изученных нейронов входит в эти максимумы. Нейроны СОЯ и ПВЯ имеют большой диапазон колебаний: СОЯ в цитоплазме (310—1380 нг) с максимумами (670—1000 нг), в ядре—(520—1980 нг) с максимумами (100—1500 нг).

Анализ гистограмм (рисунок) показывает, что снижение содержания белка после 5-суточной ВД происходит за счет определенных групп нейронов. Так, например, в ЛГЯ изменения происходят, в основном за счет нейронов с содержанием белков в цитоплазме (230—400 нг), ядре (580—850 нг) и т. д.

Снижение содержания и концентрации белка в нейронах и глии исследованных ядер свидетельствует о том, что идет усиленный расход белков не покрываемый их синтезом. Видимо, на этот срок первыми клетки находятся в истощенном состоянии, что приводит к снижению

белкового фонда в клетках. Это хорошо согласуется со схемой Хидена [9, 11] в том, что при функциональном возбуждении обмен белков усиливается с преобладанием анаболической фазы, в условиях интенсивного возбуждения, ведущим к утомлению и истощению, катаболические процессы преобладают над их синтезом.



Гистограммы распределения нейронов отдельных ядер гипоталамуса, контрольных (а), 5-суточно поднодепривированных (б) и обратно насыщенных водой (в) крыс. Абсцисса—содержание белков (нг); ордината—количество нейронов, % от числа исследованных; А—цитоплазма; Б—ядре.

Как уже отмечалось, только на 7-е сутки приема воды размеры нейронов достоверно увеличиваются по сравнению с контрольными животными. Видимо, это связано с увеличением белков в цитоплазме и ядре нейронов по сравнению с 5-суточной ВД. Последнее хорошо согласуется с литературными данными, где авторы [3 9] наблюдали, что увеличение объема клеток сопровождается повышением в них содержания макромолекул. Клетки нейроглии, окружающие тело нейронов, по Хидену [11, 12], образуют с соответствующими нейронами единую функционально-метаболическую систему. По литературным данным [6] изменения содержания РНК и белка в глиальных клетках-спутелитах в ряде случаев направлены в ту же сторону, что и изменения в теле нейронов. В наших опытах также выявлены идентичные изменения.

Таким образом, на основании полученных данных можно сказать, что не все изученные ядра гипоталамуса одинаково отвечают на дефицит воды, а следовательно и последующее насыщение организма водой. Мы полагаем, что в каждом ядре имеется определенная группа нейронов, которая более чувствительна к изменению водного баланса в организме. Среди изучаемых ядер меньше всех изменения метаболит-

ма белков касаются ПВЯ, что влечет за собой раннюю нормализацию после насыщения организма водой. Можно предположить, что ПВЯ в меньшей степени связано с регуляцией водно-солевого обмена в организме. Более заметное изменение метаболизма белков в ЛГО, ЛГЯ и СОЯ свидетельствует о том, что эти ядра гипоталамуса более чувствительны к изменению водного баланса в организме.

#### Литература

1. Алексидзе Н. Г. Биохимия животных и человека, вып. 4, 4—11, 1980.
2. Богач П. Г. В сб. XI съезд Всес. физиол. об-ва им. И. П. Павлова, т. 1, 116—118, 1964.
3. Бродский В. Я. Трофика клетки. «Наука», М., 1966.
4. Гасанов Г. Г. в сб. XXIII совещ. по пробл. высш. нервн., дент., т. 2, 38—39. Горький, 1972.
5. Долгов О. Н. и др. Успехи физиол. наук, т. 11, № 3, 47—63, 1980.
6. Певзнер Л. З. Функциональная биохимия нейрологии. «Наука», Л., 1972.
7. Хайдарли С. Х. Биохим. жив. и человека, вып. 4, 70—75. «Наукова Думка», Киев, 1980.
8. Acta Physiol. Scand. Suppl., 17, 6, 1943.
9. Hyden H. Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol., 12, 101, 1974.
10. Hyden H. In: Biochemistry of the central nervous system. London, 64, 1959.
11. Hyden H., Pignon A. J. Neurochem., 6, 57, 1960.

Институт физиологии им. А. Н. Караева

Поступило 18.11.1982

И. Г. Мирзоев

#### СУСУЗЛУГ ШЭРАНТИНДЭ ГИПОТАЛАМУСУН БЭЗИ НУВЭЛЭРИНИН НЕЙРОН ВЭ ГЛИЯСЫНДА ЗУЛАЛ МҮБАДИЛЭСИ

Интерференцион микроскопиясы методу ilə müəyyən olundu ki, 5 günlük susuzluq hipotalamusun lateral preoptik oblastında, lateral, suprapontik və paraventricular nüvələrinə zülalın ümumi miqdarının və sıxlığının azalması nəzərə alınaraq, 7, 15, 30 və 45 gün müddətində su verildikdən sonra bu nüvələrin hamısında paraventricular nüvə müstəsna olmaqla zülalın miqdarı və sıxlığı bəzən eyni kədirdir.

I. G. Mirzoyev

#### PROTEINS METABOLISM IN NEURONS AND GLIA OF HYPOTHALAMIC NUCLEI UNDER WATER MOTIVATION

It was established by the method of Interferential microscopy that 5-days water deprivation resulted in reliable decrease of proteins content and concentration in neurons and glia in all investigated hypothalamic nuclei. The dynamics of restoration of proteins content and concentration for 7, 15, 30 and 45 days of water saturation was similar in all investigated nuclei, except for PV hypothalamic nuclei.

УДК 947.083.1 (479.24)

ИСТОРИЯ

А. А. УМАЕВ

#### ОБ УРОВНЕ РАЗВИТИЯ КАПИТАЛИЗМА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ АЗЕРБАЙДЖАНА НАКАНУНЕ ВЕЛИКОГО ОКТЯБРЯ (ПО МАТЕРИАЛАМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПЕРЕПИСИ 1917 г.)

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

Присоединение Азербайджана к России в 1801—1828 гг. имело прогрессивное значение для судеб азербайджанского народа. Россия по сравнению с остальными восточными странами—шахским Ираном и султанской Турцией была более передовой страной и играла действительно «прогрессивную роль по отношению к Востоку»<sup>1</sup>.

Сразу же после присоединения к России началось восстановление и подъем всех отраслей народного хозяйства, экономической и культурной жизни народа и этот процесс в последующем все более и более усиливался. Экономическое завоевание Азербайджана протекало особенно интенсивно, начиная со второй половины XIX в., в период, когда Россия быстрыми темпами превращалась в буржуазную страну. Русский капитализм втягивал Кавказ в мировое товарное обращение, ликвидировал его местные особенности, создавая себе рынок для своих фабрик. «Страна,—писал В. И. Ленин,—слабо заселенная в начале пореформенного периода или заселенная горами, стоявшими в стороне от мирового хозяйства и даже в стороне от истории, превращалась в страну нефтепромышленников, торговцев вином, фабрикантов пшеницы и табаку, и господин Купон безжалостно переряживал гордого горца из его поэтического национального костюма в костюм европейского лакея (Гл. Успенский)»<sup>2</sup>.

В Азербайджане, являвшемся частью Кавказа, под влиянием развития русского и мирового капитализма в товарно-капиталистические отрасли превращались виноградарство и виноделие, шелководство, рисоводство, хлопководство, табаководство, садоводство, добыча солодкового корня и др., которые занимали площадь около 300 тыс. десятин лучших культурных земель. Под воздействием развития товарно-денежных отношений традиционные отрасли хозяйства—хлебопашество и скотоводство, тоже постепенно приобрели капиталистический характер.

Как известно, основным показателем развития капитализма является применение наемного труда. Подчеркивая это, В. И. Ленин писал, что «в вопросе о развитии капитализма едва ли не наибольшее значение имеет степень распространения наемного труда. Капитализм, это—та стадия развития товарного производства, когда и рабочая сила становится товаром»<sup>3</sup>.

Бакинская губерния

Уезды	Число хозяйств				Численность населения								
	всех	приписных*			посто- роных	наличного** приписного	приписного отсутствующего	посто- роного	Итого: наличи- приписн. и пост.				
		наличн.	из них с наемн работ.	отсутст- вующих						Итого	обоего пола	обоего пола	обоего пола
Бакинский	8 670	7 974	328	233	8 207	463	49 620	1 120	2 241	51 861			
Шемахинский	22 375	20 631	482	1 313	21 944	431	115.477	1 539	1 777	117 254			
Джеватский	19 521	16 025	838	504	16 529	2 992	79 087	1 149	13 549	93 267			
Геокачайский	25 140	23 515	1 148	775	24 290	850	128.769	2 494	3 795	132 564			
Ленкоранский	33 277	28 157	1 143	1 254	29 411	3 866	155.137	5 695	18 444	173 581			
Кубинский	32 767	30 117	2 620	1 208	31 325	1 442	167.897	4 239	6 133	174 030			
Итого:	141 750	126 419	6 559	5 287	131 706	10 044	695.97	16 236	45 939	742 557			

\* Приписные хозяйства, это те хозяйства, которые принадлежали населению, прописанному официальной местной властью на постоянное жительство в данном селении, уезде и губернии.

\*\* Приписное население—население, прописанное официальной местной властью на постоянное жительство в данном селении, уезде и губернии.

В Азербайджане рынок труда складывался и рос в результате социального расслоения, протекавшего как в городе, так и в деревне. Уже в конце XIX в процессе социального расслоения был характерным явлением в общественно-экономической жизни азербайджанского крестьянства. В период империализма, когда особенно обострились все противоречия капитализма, еще более углубилась классовая дифференция в деревне. На одном его полюсе сложилась небольшая по численности, но экономически сильная кучка зажиточных и кулаков, а на другом—огромная масса батраков, полупролетариев и бедняков, жестоко эксплуатируемых сельской буржуазией.

Степень социального расслоения в азербайджанской деревне накануне Великой Октябрьской социалистической революции неопровержимо зафиксировала сельскохозяйственная и поземельная перепись 1917 г. Материалы этой переписи, за исключением некоторых сведений по Бакинской губернии в свое время не были опубликованы, а потом оказались окончательно пропавшими.

К сожалению, материалы переписи 1917 г. по Бакинской губернии опубликованы по ограниченной программе. Они касаются только количества хозяйств с указанием применявших наемную рабочую силу, и численности населения, подразделенных как первых, так и вторых на приписных наличных и отсутствующих, а также посторонних. Эти сведения приводятся в отдельности по каждому селению, уезду и губернии в целом, на основе которых составлена таблица.

Прежде чем анализировать таблицу отметим, что из-за сложной военной обстановки и по вине переписчиков сбор статистических данных о состоянии хозяйств был произведен в Бакинской губернии не повсеместно и недоброкачественно.<sup>4</sup> По 329 селам из 1914 общего их количества в губернии переписчики выявили только их названия; в 700 селах с 38 816 хозяйствами они не зарегистрировали ни одного капиталистического хозяйства, а в 106 селах с 20 364 хозяйствами ими были учтены только 185 капиталистических хозяйств. В числе сел, в которых переписчики не зарегистрировали ни одного капиталистического хозяйства, оказались в Шемахинском уезде с. Матраса с 692 хозяйствами и еще 10 сел: от 200 до 300 хозяйств в каждом, в Геокачайском уезде—с. Кюрдамир с 942 хозяйствами и еще 11 крупных сел, в Ленкоранском—сел. Барадыга с 662 хозяйствами и еще 9 крупных сел, а с. Массалы осталось совсем неопианным. Исследователям хозяйственной жизни дореволюционного Азербайджана хорошо известно, что перечисленные селения Матраса, Кюрдамир, Барадыга, Массалы и многие другие уже в конце прошлого века являлись довольно значительными торгово-промышленными центрами с еженедельными базарами, имевшими оборот в нескольких сот тысяч рублей. Во всех этих селениях имелось множество капиталистических хозяйств, которые остались неучтенными. Приведенные факты убедительно подтверждают уже отмеченные в печати недостатки переписи 1917 г., состоявшие в том, что в период проведения ее в уездах Бакинской губернии были собраны сведения о средних и крупных частновладельческих хозяйствах, а также оказались неохваченными полностью по ряду селений и крестьянские хозяйства<sup>5</sup>.

Требуют критического отношения к себе и факты регистрации переписчиками сел с несколькими сотнями хозяйств, среди которых имелось якобы всего одно-два капиталистических хозяйства. Среди них оказались с. Лагич с 823 хозяйствами и 8 капиталистическими хозяй-

ствами в Шемахинском уезде, с. Мустафабеклы с 234 хозяйствами и 1 капиталистическим хозяйством в Джеватском уезде и многие другие в разных уездах, а всего в губернии—106 сел с 20 364 хозяйствами, из которых, если верить переписчикам, только 185 были капиталистическими, т. е. более чем на 100 хозяйств приходилось всего одно капиталистическое хозяйство. Неправдоподобность этих фактов легко опровергается наличием около этих сел меньших по размерам селений, не с относительно большим числом капиталистических хозяйств.

Для правильного анализа цифрового материала переписи пришлось исключить из общего числа наличных в Бакинской губернии 126 419 хозяйств, 38 816 хозяйств (в 700 селах), среди которых переписчики не зарегистрировали ни одного капиталистического хозяйства и 20 364 хозяйства (в 106 селах,) из которых только 185 являлись капиталистическими, а всего немногим более 59 тыс. хозяйств.

Оставшиеся 61 644 хозяйств (в 779 селах), обследованные переписчиками более или менее объективно, подвергнуты обработке. Анализ их показал, что в уездах:

Уезд	в 20 сел.	с 4440 хоз.	было 314 капит. хоз.	или (7,07%)
Бакинском	50	5755	418	(7,26%)
Шемахинском	75	7695	806	(10,47%)
Джеватском	166	13 318	1 101	(8,26%)
Геокчайском	118	9 436	1 200	(12,71%)
Ленкоранском	347	21 000	2 600	(12,38%)

Всего же в 1917 г. в Бакинской губернии из 61 644 хозяйств в 6 438 использовался наемный труд, что составляет 10,4% к их общему числу. Но если даже определить процент капиталистических хозяйств не к 61 644 хозяйствам, а к 82 тыс. (прибавив 20 364 хозяйства с 185 капиталистическими хозяйствами), то и в этом случае он составит более 8% к их общему числу.

Можно безошибочно утверждать, что показатель 9% является близким к действительности и выражает собой уровень развития капиталистических хозяйств не только в Бакинской губернии, но и во всей Азербайджане к 1917 г.

Если переведем процентный показатель на абсолютную цифру, то окажется, что в Азербайджане к 1917 г. было около 28 тыс. зажиточных и кулацких хозяйств.

Выведенное на основе материалов сельскохозяйственной переписи 1917 г. количество зажиточных и кулацких хозяйств почти совпадает с близкими по времени подобными данными. Так, в октябре 1920 г. т. е. всего через три года после переписи 1917 г. на II съезде Коммунистической партии Азербайджана отмечалось, что в республике не считывалось примерно 25 тыс. кулацких хозяйств.<sup>6</sup> Выступая в феврале 1921 г. на III съезде Коммунистической партии Азербайджана, Агамали оглы сказал, что, по данным статистики прошлого времени и межвания согласно количеству земли и скота у нас не более 25—30 тыс. кулаков<sup>7</sup>. Наконец, по данным сельскохозяйственной переписи, проведенной в июле 1921 г., в Азербайджане имелось 8,6%, или 28 тыс. зажиточных и кулацких хозяйств<sup>8</sup>.

Такое совпадение числа зажиточных и кулацких хозяйств за короткий отрезок времени убедительно подтверждает правильность наших подсчетов.

Если в каждом капиталистическом хозяйстве использовалось 1—наемных рабочих, то, следовательно, их общее число составляло около

40 тыс. чел. «В земледелии,—писал В. И. Ленин,—1—2 рабочих,—даже если бы они работали только летом,—вовсе не мало. А главное не то, много это или мало, а то, что к крайнему рабочим прибегают именно наиболее зажиточные, состоятельные хозяева...»<sup>9</sup>.

Однако на основе материалов сельскохозяйственной переписи 1917 г. по Бакинской губернии можно утверждать, что развитие капитализма в азербайджанской деревне протекало значительно глубже. Неопровержимым доказательством этому служит наличие в 1917 г. только в одной Бакинской губернии 46 тыс. «посторонних» лиц, создавших 10 тыс. домов. Владельцы их, не имея собственной земли, вынуждены были вместе с членами семьи работать наемными рабочими на рыбных промыслах, нефтяной промышленности, заводах и фабриках, в хозяйствах кулаков и помещиков. Наибольшее число «посторонних» осело в Ленкоранском (18 440 чел.), Джеватском (13 549 чел.) и Кубинском уездах (6 133 чел.). Эти уезды были районами высокопарного производства риса, хлопка, фруктов и, естественно, собирали большое число как местных, так и приехавших наемных рабочих.

Исходя из аналогичного положения в Елизаветпольской губернии, других районов, можно определить, что к 1917 г. в Азербайджане имелось около 80 тыс. «посторонних» лиц, из которых более 30 тыс., составлявшие взрослое мужское население, являлись наемными рабочими. Они были частью общего числа наемных рабочих Азербайджана.

Таким образом, принимая 9% как средний показатель развития капитализма в сельском хозяйстве Азербайджана накануне Великого Октября, следует иметь в виду тот очевидный факт, что он был выше в целом по стране и особенно по отдельным его районам.

#### Примечания

- 1 К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. XXI, стр. 211.
- 2 В. И. Ленин. ПСС, т. 3, стр. 594—595.
- 3 В. И. Ленин. ПСС, т. 3, стр. 581.
- 4 Состав хозяйственного и численного населения в 1917 г. по обследованным селениям Бакинской губернии. Журн. «Народное хозяйство». Приложение, № 2—3 за 1921 г.
- 5 Статистический сб. по Азербайджану на 1926 г., стр. 63. Баку, 1927.
- 6 Партагхив Азербайджанского филиала ИМЛ, ф. 1, оп. 74, л. 4, л. 55.
- 7 Там же, лл. 54—58.
- 8 Статистический сб. по Азербайджану, стр. 85. Баку, 1927.
- 9 В. И. Ленин. ПСС, т. 5, стр. 190.

Институт истории.

Поступило 24. XII 1981

Э. А. Умајев

#### БӨЛҮК ОКТЯБР ЭРӘФӘСИНДӘ АЗӘРБАЙҠАНЫН КӘНД ТӘСӘРРҮФАТЫНДА КАПИТАЛИЗМИН ИҢКИШАФ СӘВИҖӘСИ ҖАГҖЫНДА (1917-чи иҗл кәнд тәсәррүфаты сийаһылаалынамасынын МАТЕРИАЛЛАРЫ ҮЗРӘ)

Мәғаләдә 1917-чи ил кәнд тәсәррүфаты сийаһыла алынмасынын статистик көстәричиләри әсәсында АзәрбајҠан кәнд тәсәррүфатында капитализмин иҗкишаф сәвиҗәси мәсәләси тәдҗиг олунар. Бүтүн тәсәррүфатларын 9%-ин тәшкил едән 28 миң капиталист тәсәррүфатынын мөвчуд олмасы сүбүт едир ки, Бөјүк Октябр сәсиалист иҗгилабы әрәфәсиндә АзәрбајҠанда әкинчилик капитализмин орта сәвиҗәдә иҗкишаф етмишиди.

A. A. Umayev

**ON THE LEVEL OF DEVELOPMENT OF CAPITALISM IN AGRICULTURE  
OF AZERBAIJAN ON THE EVE OF THE GREAT OCTOBER (ON THE BASIS  
OF THE DATA OF THE AGRICULTURAL CENSUS OF 1917)**

The article deals with the problem of the level of capitalistic development in Azerbaijan agriculture which is investigated on the basis of the data of the agricultural census of 1917.

The available twenty-eight thousand capitalistic farms made 9 per cent of the total farm number. The fact testifies to the average standard of agricultural capitalistic development in Azerbaijan on the eve of the Great October.

**МҮНДЭРИЧАТ**

**Ријазиијат**

- А. И. Насанов. Еластикитет нээријэсинин мэхул контакт сэрхэдли  
вэ там япышма шэртли контакт мээлэсинин эдэди нэлли 3  
Ф. Г. Магсудов, М. С. Хэлилов, Э. Х. Шамилов. Гејри-хэтти  
мејл эдэн аргументли нејтрал тип тэнлик үчүн параметрли сэрхэдд мээлэси 8

**Ријазиијат физикасы**

- С. Э. Начыјев, В. А. Петросјан. Сабит эјриликли импулс фээасын-  
да адронларын полјаризасија операторунун модели 13

**Јарымкечирчилэр физикасы**

- Э. Ш. Абдинов, Р. Р. Агајев, Е. Ј. Салајев, Н. С. Сејидли.  
Чарпаз електрик вэ магнит сахэлэриндэ јерлэшдирилмини  $Cd_xHg_{1-x}Te$  мо-  
нокристалларынын фотокечирчилјинин кинетикасы 18  
М. И. Элијев, Х. Э. Хэлилов.  $Ga_xIn_{1-x}As$  кристалларында пе-  
риодикитетин позулмасынын мэхлулуи електрик хассэлэринэ тэсир 24

**Биополимерлэр**

- Н. Б. Абдуллајев, М. Ј. Бэкиров, Х. Б. Кээлов. Тач бо-  
шалмасы сахэсиндэ памбыг тохумларында сэрбэст радикалларын јаранмасы 29

**Биофизика**

- Ч. Э. Элијев, А. Э. Эсэдэв, Г. Б. Гурбанов, К. Э. Эһмэ-  
дов. Мүхтэлиф фотосинтетик функција вэ мэхсулдарлыға малик олаи бугда  
јарпагларынын хлоропластларындакы фотосистем I вэ II-нин реаксија мэркээлэ-  
ринин фотохимјэви активлији вэ мигдары 33

**Аналитик химја**

- Ш. Э. Мусајев. Полјариметријк методла сујун диоксанда вэ тетраһидро-  
фуранда мигдары тэјини 38

**Физики химја**

- Н. Ф. Мусајева, М. С. Салаһов, А. И. Исрафиллов, А. А. Нэ-  
санова, Р. И. Гулијева. Гексахлортсиклопентадијенин нэлгэви дијено-  
филлэрлэ дијен конденслэшмэси реаксијасынын кинетика вэ механизми 41

**Узви химја**

- М. М. Мөвсүмзэдэ, А. С. Қазымов, Н. В. Петрова, Э. А.  
Сэфэрова, Н. Х. Маммэдов. Битсикло-2,2,1-2-һептен-5,5-дикарбон тур-  
шусу дибутил эфиринин синтези вэ бромлашмасы 45

**Һидрогеолокија**

- А. Э. Элизадэ, Ак. А. Элизадэ, С. М. Начыјев, Ф. С. Эһ-  
мэдбэјли, Ч. М. Гашгај. Азэрбајчан ССР-ни Губа рајонунда јени мине-  
рал су булагы 50

**Палеонтолокија вэ стратиграфија**

- Х. Элијулла, С. А. Шыхлинески. Нахчыван МССР-дэ *Truncorola-*  
*loides rohri* зонасынын ајрылмасына 56

Ишлэнмэ

Н. Ч. Таһиров, Ч. Ш. Вэзирев, Ф. Н. Кэримова, М. А. Барякина. Түксөк температур шэрантинда нефтин су илэ эке ахимлы капилляр сыхымдырылмасына мүхтэлиф концентрасијалы галэви мэлдуларыннын тэсирлэри

Инсан вэ һејванларын физиолокијасы

И. Н. Мирзэјев. Суеуэлул шэрантинда һипоталамусун бэзи нүвэлэринин һейрон вэ глијасында зулаи мүбадилэси

Тарих

Ә. А. Умајев. Бөјүк Октјабр эрэфэсинда Азербайчанын канд тэсэррүфатында капитализмин иккишаф савијјасы һаггында (1917-чи ил канд тэсэррүфаты сијаһијаалымасынын материаллары үзрө)

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

А. И. Гасанов. К численному решению контактной задачи теории упругости с неизвестной зоной контакта при наличии полного сцепления 3  
Ф. Г. Максудов, М. С. Халилов, А. Х. Шамилов. Краевые задачи с параметром для нелинейных дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом нелинейного типа 8

Математическая физика

С. А. Гаджиев, В. А. Петросян. Модель оператора адронной вакуумной поляризации в стереографической параметризации импульсного пространства постоянной кривизны 13

Физика полупроводников

А. Ш. Абдинов, Р. Р. Агаев, чл. корр. Э. Ю. Салаев, Г. С. Сендли. Кинетика фотопроводимости монокристаллов  $P=Cd_xHg_{1-x}Te$  в скрещенных электрическом и магнитном полях 18  
Т. Д. Джафаров, Т. В. Цыганова. Фотостимулированный отжиг радиационных дефектов в кремнии и арсениде галлия 21  
М. И. Алиев, Х. А. Халилов. Влияние беспорядка на электрические свойства кристаллов  $Ga_xIn_{1-x}As$  24

Биополимеры

Г. Б. Абдуллаев, М. Я. Бакиров, Х. Б. Гезалов. Генерация свободных радикалов в семенах хлопчатника полем коронного разряда 29

Биофизика

Д. А. Алиев, А. А. Асадов, К. Б. Курбанов, Г. А. Ахмедов. Содержание и фотохимическая активность реакционных центров фотосистем I и II в хлоропластах листьев пшеницы с различной фотосинтетической функцией и урожайностью 33

Аналитическая химия

Ш. А. Мусаев. Поляриметрический метод определения содержания воды в диоксане и тетрагидрофуане 38

Физическая химия

Н. Ф. Мусаева, М. С. Салахов, А. И. Иерафилов, А. А. Гасанова, Р. И. Гулиева. Кинетика и механизм реакции диевой конденсации гексахлорциклопентадиена с циклическими диенофилами 41

Органическая химия

М. М. Мовсумзаде, А. С. Қазимов, Н. В. Петрова, З. А. Сафарова, Г. Х. Мамедова. Синтез и бромирование дибутилового эфира бицикло (2,2,1)-2-гептен-5,6-дикарбоновой кислоты 45

Гидрогеология

А. А. Али-заде, чл. корр. Ак. А. Али-заде, С. М. Гаджиев, Ф. С. Ахмедбейли, Ч. М. Кашкай. Новый минеральный источник в Кубинском районе Азербайджанской ССР 50



Палеонтология и стратиграфия

Х. Алиюлла, С. А. Шихлинский. О выделении зоны TRUNCOROTALOIDES ROHRI в Нахичеванской АССР . . . . . 56

Разработка

Н. Д. Таиров, Д. Ш. Везиров, Ф. Г. Керимова, М. А. Барякина. Влияние концентрированных растворов щелочи на противоточное капиллярное вытеснение нефти водой при высоких температурах . . . . . 60

Физиология человека и животных

И. Г. Мирзоев. Метаболизм белков в нейронах и глиии некоторых ядер гипоталамуса при питьевой мотивации . . . . . 65

История

А. А. Умаев. Об уровне развития капитализма в сельском хозяйстве Азербайджана накануне Великого Октября (по материалам сельскохозяйственной переписи 1917 г.) . . . . . 69

---

Сдано в набор 2. VI. 1982 г. Подписано к печати 28. X. 1982 г. ФГ 17611.  
Формат бумаги 70×100<sup>1/16</sup>. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литерат.  
Печать высокая. Печ. лист. 7,0. Уч.-изд. лист. 4,8. Тираж 595. Заказ 307.  
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 вписаны четко. Следует избегать громоздких обозначений, применяя, например, дробные показатели степени вместо радикалов, а также сур. Занумерованные формулы обязательно выключаются в красную строку, номер формулы ставится у правого края строки. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки. Подстрочные и надстрочные индексы и степени следует отмечать карандашом, дугами сверху и снизу:

$R^n, r_n$

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

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

Следует избегать знаков типа ~ (волна), ⊙, ⊕, ⊗, □, ∇, ∠, ∨, ∩ (крючки) над и под буквами, а также знаков:

h, X, E, f, f, f, f, E

Латинские названия вписываются на машинке.

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

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

12. При описании методики исследования следует ограничиваться оригинальной ее частью. При 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.

