



ISSN 0002-3078

АЗЕРБАЙДЖАН ССР ЕЛМЛЕР АКАДЕМИЯСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XL чилд

1984 • 2

УНБ

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

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

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

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

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

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

Статьи с просьбой направить их на представление редакцией не принимаются.

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

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

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

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

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

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

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

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

(Продолжение на третьей странице обложки)

МӘ'РУЗӘЛӘР

ДОКЛАДЫ

ТОМ XL

№ 2

Писать разборчиво

2



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Э. Ю. Салаев (главный редактор), Г. Б. Абдуллаев, М. Т. Абасов,
Ал. А. Ализаде (зам. главного редактора), В. С. Алиев, Г. А. Алиев,
Дж. А. Алиев, Н. 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. Усейнов, Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

© Издательство „Элм“ 1984 г.

УДК 517.946

МАТЕМАТИКА

К. Я. ЛЕОНОВ, З. А. ГУСЕЙНОВ

РАЗРЕШИМОСТЬ В ЦЕЛОМ ПЕРВОЙ НАЧАЛЬНО-КРАЕВОЙ
ЗАДАЧИ ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА КВАЗИЛИНЕЙНЫХ
ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

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

Рассмотрим начально-краевую задачу для уравнения

$$A(x, t, u) u_{tt} - \sum_{i,j=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} (a_{ij}(x) u_{x_j}) + B(x, u, u_t) + C(x, u) = 0 \quad (1)$$

с начальными данными

$$u|_{t=0} = \varphi(x), \quad u_t|_{t=0} = \psi(x), \quad (2)$$

и граничным условием

$$u|_{\partial\Omega} = 0 \quad (3)$$

Ω — ограниченное, открытое, связанное множество точек n -мерного евклидова пространства R^n , $\partial\Omega$ — его граница, $x = (x_1, \dots, x_n)$ — точка Ω

Уравнения типа (1) возникают при изучении динамики упругих систем, когда приходится считаться с нелинейностью сил инерции, нелинейностью диссипативных сил и воздействием потенциальных полей, имеющих сложное строение [1]. Публикация работ, касающихся данной тематики, несмотря на ее актуальность, весьма бедна. Изучению начально-краевой задачи для уравнений, близких к рассматриваемым в данной статье, посвящена работа [2].

Относительно функций, входящих в уравнение (1), сделаем следующие предположения.

Пусть $a_{ij}(x) \in L^\infty(\Omega)$,

$$a_{ij}(x) = a_{ji}(x), \quad \forall \xi^1 \leq \sum_{ij=1}^n a_{ij}(x) \xi_i \xi_j \leq \mu_1^2, \quad \forall \xi^1 > 0, \quad (4)$$

$$\forall \text{га} \sup |a_{ijx}(x)| \leq \mu_1. \quad (5)$$

Пусть $A(x, t, u)$, $A_t(x, t, u)$, $A_{tt}(x, t, u)$ заданы на $\{\Omega \times [0, T] \times R^1\}$, $B(x, u, u_t)$, $B_{tt}(x, u, u_t)$, $B_{ttt}(x, u, u_t)$ заданы на $\{\Omega \times R^1 \times R^1\}$, $C(x, u)$, $C_{tt}(x, u)$ заданы на $\{\Omega \times R^1\}$ и удовлетворяют условиям Каратеодори. Для каждого фиксированного $x \in \Omega$

$$A(x, t, u) \in C^{1,1}([0, T] \times R^1), \quad B(x, u, u_t) \in C^{1,1}(R^1 \times R^1), \\ C(x, u) \in C^1(R^1).$$

Предположим, что

$$A(x, t, u) \geq a > 0, \quad |A(x, t, u)| \leq A_0 + A_1 |u|^r, \quad (6)$$

где A_0 и A_1 — положительные постоянные, а r — любое конечное положительное число при $n = 1; 2$, $0 \leq r < \frac{n}{n-2}$ при $n = 3; 4$ и $0 \leq r < \frac{4}{n-2}$ при $n \geq 5$.

$$|B(x, u, u_1)| \leq B_0 + B_1 |u|^m + B_2 |u_1|^l, \quad (7)$$

где B_0, B_1, B_2 — положительные постоянные, а m и l — любые положительные числа при $n = 1; 2$, $0 \leq m \leq 3$ при $n = 3$ и $0 \leq m < \frac{n}{n-2}$ при

$n \geq 4$, $0 \leq l < \frac{n}{n-2}$ при $n \geq 3$;

$$|B_u(x, u, u_1)| \leq B_3 + B_4 |u|^{m-1} + B_5 |u_1|^k, \quad (8)$$

B_3, B_4, B_5 — положительные числа, а $k \leq \frac{2}{n}$;

$$|C(x, u)| \leq C_0 + C_1 |u|^s, \quad (9)$$

где C_0, C_1 — положительные постоянные, s — любое положительное число при $n = 1; 2$ и $0 \leq s < \frac{n}{n-2}$ при $n \geq 3$;

$$|C_u(x, u)| \leq C_2 + C_3 |u|^{s-1}, \quad (10)$$

$C_2, C_3 > 0$.

Предположим также, что существуют такие положительные числа $\lambda_0, M, N, K, D_1, D_2$ и α ($0 \leq \alpha \leq 1$), что при всех $\lambda \geq \lambda_0$ выполняются неравенства

$$\frac{\alpha B(x, u, u_1)}{u_1} - A_1(x, t, u) - A_u(x, t, u) u_1 + \lambda A(x, t, u) + D_1 \geq 0, \quad (11)$$

$$[(1-\alpha) B(x, u, u_1) + C(x, u)] u_1 + M u_1^2 + N u^2 + K \geq 0, \quad (12)$$

$$2 B_u(x, u, u_1) + A_1(x, t, u) + A_u(x, t, u) u_1 + \lambda A(x, t, u) + D_2 \geq 0. \quad (13)$$

Что касается начальных данных, то пусть

$$\varphi(x) \in W_2^2(\Omega) \cap \dot{W}_2^1(\Omega), \quad \psi(x) \in \dot{W}_2^1(\Omega). \quad (14)$$

Определение. Решением задачи (1)–(3) будем называть функцию $u(x, t) \in L^\infty[0, T; W_2^2(\Omega) \cap \dot{W}_2^1(\Omega)]$, имеющую производные $u_{tt}(x, t) \in L^\infty[0, T; L_2(\Omega)]$, $u_t(x, t) \in L^\infty[0, T; \dot{W}_2^1(\Omega)]$ и удовлетворяющую тождеству

$$\int_{Q_T} \left[A(x, t, u) u_{tt} \eta(x, t) + \sum_{ij=1}^n a_{ij}(x) u_{x_j} \eta_{x_i}(x, t) + B(x, u, u_1) \eta(x, t) + C(x, u) \eta(x, t) \right] dx dt = 0 \quad (15)$$

для любой функции $\eta(x, t) \in L^2[0, T; W_2^2(\Omega) \cap \dot{W}_2^1(\Omega)]$.

Теорема. Пусть выполняются все перечисленные условия относительно гладкости функций, входящих в уравнение (1), пусть выполняются условия (4)–(14), тогда смешанная задача (1)–(3) разрешима на любом интервале $[0, T]$.

Доказательство проводится методом Галеркина.

Используя условия теоремы, удается получить априорные оценки первых и вторых производных для приближенных решений, а затем осуществить предельный переход.

Литература

1. Болотин В. В. Динамическая устойчивость упругих систем. ГИТТЛ. М., 1956.
2. Ларькин Н. А. ДАН СССР, т. 244, № 1, 1979.

Институт математики и механики

Поступило 7. VII 1928

К. Я. Леонов, З. А. Гусейнов

БИР СИНИФ КВАЗИХЭТТИ ГИПЕРБОЛИК ТЭНЛИКЛЭР ҮЧҮН ГАРЫШЫГ МЭСЭЛЭНИН ГЛОБАЛ ХЭЛЛИ

Мәгәләдә

$$A(x, t, u) u_{tt} - \sum_{ij=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} (a_{ij}(x) u_{x_j}) + B(x, u, u_1) + C(x, u) = 0$$

квазихэтти гиперболик тэнлији үчүн гарышыг мөсәләжә бахылар. Тэнлијә дахил олан гејри-хэтти функцијалар үзәринә гојулмуш мүәјјән шәртләр дахилиндә мөсәләнини глобал хәлли исбат олунур.

K. Ya. Leonov, Z. A. Guseinov

GLOBAL RESOLVABILITY OF THE FIRST BEGINNING-BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR QUASI-LINEAR HYPERBOLIC EQUATIONS OF THE SAME CLASS

The mixed problem for quasi-linear hyperbolic equations is investigated in this article

$$A(x, t, u) u_{tt} - \sum_{ij=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} (a_{ij}(x) u_{x_j}) + B(x, u, u_1) + C(x, u) = 0.$$

The global resolvability of this problem is proved under definite conditions on non-linear functions, which are included in the equation.

М. А. САДЫГОВ

О НЕКОТОРЫХ НЕОБХОДИМЫХ И ДОСТАТОЧНЫХ УСЛОВИЯХ МИНИМУМА ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ

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

В [1] определены динамические семейства отображений (д. с. о.), с помощью которых изучалась выпуклая динамическая экстремальная задача с терминальным линейным целевым функционалом. Ее исследование основано на понятии характеристики [1, 2]. В [3] приводятся необходимые и достаточные условия для стационарных задач в виде принципа максимума. Эти условия получены переходом к дискретным задачам. Представляет интерес сравнить два указанных выше подхода. В настоящей работе дается это сравнение. Приводятся необходимые и достаточные условия для дифференциальных включений в виде теоремы о характеристике и показано, что в случае, когда характеристика абсолютно непрерывна, эти условия могут быть записаны в форме принципа максимума.

1. Выпуклый случай

Примем обозначения: $X = R^n$ — n -мерное пространство, $E = [0, T]$, 2^X — множество всех подмножеств X ; $S(x_0; r)$ — замкнутый шар в X с центром в точке x_0 . Пусть $a: E \times X \rightarrow 2^X$, причем множества $a(t, x)$ компактны при всех t, x . Рассмотрим дифференциальное включение

$$\dot{x}(t) \in a(t, x(t)) \quad (1)$$

Решением или траекторией включения (1) называется абсолютно непрерывное отображение $x \rightarrow a(t, x)$, удовлетворяющее включению $\dot{x}(t) \in a(t, x(t))$ для почти всех $t \in E$.

В этом пункте предполагается, что отображения $x \rightarrow a(t, x)$ вогнуты [1, 2] почти при всех t . Это равносильно выпуклости графика этих отображений.

Задача А. Требуется найти необходимые и достаточные условия для траектории, которая среди всех траекторий, удовлетворяющих начальному условию

$$x(0) = x_0 \quad (2)$$

минимизирует величину $q(x(T))$, где q — собственная выпуклая функция. Построим по отображению $a(t, x)$ д. с. о. $(a_{\tau, t})_{t \in [1]}$. Нетрудно проверить, что если $a(t, \cdot)$ вогнуто почти всех t , то $a_{\tau, t}$ вогнуто. Семейство $\chi = (x_t)_{t \in E}$ называется траекторией д. с. о. $(a_{\tau, t})_{t \in E}$, если $x_{\tau} \in a_{\tau, t}(x_t)$ при всех $t, \tau \in E, \tau > t$.

Лемма 1. Пусть отображение $t \rightarrow a(t, x)$ измеримо на E , отображение $x \rightarrow a(t, x)$ замкнуто [1] и вогнуто почти при всех t . Пусть существует такая суммируемая функция $\lambda(t)$, что

$$\|a(t, x)\| \leq \lambda(t)(1 + \|x\|) \quad \forall x \in \text{dom } a_t = \{x: a(t, x) \neq \emptyset\}$$

и существует решение $y(t)$ задачи (1), (2), которое принадлежит $\text{dom } a_t$ вместе с некоторой ε -трубкой, т. е.

$$\{x: \|y(t) - x\| \leq \varepsilon\} \subset \text{dom } a_t.$$

Тогда 1) существует такое $\delta > 0$, что $y(t) \in \text{Int } a_{t,0}(S(y(0), \delta)) \subset \subset \text{Int } a_{t,0}(X)$ при всех $t > 0, t \in E$.

2) существует такое $\delta_1 \geq \delta_0 > 0$, что $\forall x \in S(y(t), \delta_1)$ существует решение задачи $\dot{x}(s) \in a(s, x(s)), x(t) = x$ определенное на $[t, T]$ и удовлетворяющее неравенству $\|y(s) - x(s)\| < \varepsilon$ на отрезке $[t, T]$.

Наряду с задачей А рассмотрим следующую задачу.

Задача Б. Требуется найти необходимые и достаточные условия для траектории $\bar{\chi} = (\bar{x}_t)_{t \in E}, \bar{x}_0 = x_0$, которая среди всех траекторий семейства $(a_{\tau, t})_{t \in E}$, начинающихся из точки x_0 , минимизирует $q(x_T)$, где q — функция, фигурирующая в задаче А.

Оптимальная траектория в исходной задаче останется оптимальной и при новом пучке траекторий. Таким образом, исследование задачи А сводится к изучению задачи Б.

Определение. Пусть $\chi = (x_t)_{t \in E}$ — траектория д. с. о. $(a_{\tau, t})_{t \in E}$. Семейство $\bar{\varphi} = (\bar{f}_t)_{t \in E}$, где $\bar{f}_t \in X', \bar{f}_T \neq 0$ называется характеристикой траектории $\chi = (x_t)_{t \in E}$, если при всех $\tau, t \in E, \tau > t, x \in \text{dom } a_{\tau, t}, y \in a_{\tau, t}(x)$ выполняется неравенство $\langle x, \bar{f}_t \rangle - \langle x, \bar{f}_\tau \rangle \geq \langle x, \bar{f}_t \rangle - \langle y, \bar{f}_\tau \rangle$.

Теорема 1. Для того, чтобы траектория $(x_t)_{t \in E}$ была решением задачи Б, достаточно существование такой характеристики $\bar{\varphi} = (\bar{f}_t)_{t \in E}$ траектории $(\bar{x}_t)_{t \in E}$, что $\bar{f}_T \in dq(x_T)$, где $dq(x_T) = \{x^*: q(x) - q(\bar{x}_T) \geq \langle x - \bar{x}_T, x^* \rangle, \forall x \in X\}$.

Теорема 2. Рассмотрим задачу Б. Пусть удовлетворяются условия леммы 1 и $\bar{\chi} = (\bar{x}_t)_{t \in E}$ — оптимальная траектория, исходящая из x_0 .

Тогда 1) или $0 \in dq(\bar{x}_T)$

2) или $\bar{\chi}$ допускает такую характеристику $\bar{\varphi} = (\bar{f}_t)_{t \in E}$, что $\bar{f}_T \in dq(\bar{x}_T)$.

Теорема 3. Существование абсолютно непрерывной характеристики эквивалентно существованию решения задачи

$$-(\bar{f}_t, \bar{\lambda}_t) \in \hat{a}^*(t, (\bar{f}_t, \bar{\lambda}_t)); (\bar{f}_T, \bar{\lambda}_T) = (f_T, \lambda_T); \langle (\bar{x}_s, 1), (f_s, \lambda_s) \rangle + \langle (\bar{x}_s, 0), (\bar{f}_s, \bar{\lambda}_s) \rangle = 0, \quad (3)$$

где $\hat{a}$ — суперлинейное расширение отображения a [2], $\hat{a}^*$ — сопряженное отображение $\hat{a}$ [3], $f_T \in dq(\bar{x}_T)$, λ_T — любое заданное число.

Соотношение (3) может быть записано в виде принципа максимума [3], т. е. $-\bar{f}_t \in a_t^*(\bar{f}_t; (\bar{x}(t), \bar{x}(t)))$, $\bar{f}_T = f_T$.

Из леммы 3,3, гл. V [3] вытекает, что $\langle \bar{x}(t), \bar{f}_t \rangle = \min_{y \in a(t, \bar{x}(t))} \langle y, \bar{f}_t \rangle$.

2. Невыпуклый случай

Рассмотрим задачу

$$\dot{x}(t) \in \Gamma(t, x(t)), x(0) = x_0, \quad (4)$$

где Γ — выпуклозначно, т. е. $\Gamma(t, x)$ — выпуклое множество; множество $\Gamma(t, x)$ замкнуто при всех t, x .

Задача В. Требуется найти необходимые условия для траектории, которая среди всех траекторий $x(t)$, удовлетворяющих (4), минимизирует $\psi(x(T))$.

Определение 1. Функция $h(x)$ называется верхней выпуклой аппроксимацией (в дальнейшем — в. в. а.) функции $\psi(x)$ в точке $x_0 \in \text{dom } \psi = \{x: |\psi(x)| < +\infty\}$, если существует такое $\delta > 0$, что 1) $h(x_0) = \psi(x_0)$; 2) $h(x)$ — выпуклая собственная функция; 3) $h(x) \geq \psi(x)$ для $x \in S(x_0, \delta)$.

Определение 2. Если $h(x)$ есть в. в. а. для ψ в точке x_0 , то множество

$$\partial h(x_0) = \{x^* \in X^*: h(x) - h(x_0) \geq \langle x - x_0, x^* \rangle, x \in X\}$$

называется субдифференциалом функции ψ в точке x_0 и обозначается $\partial\psi(x_0)$.

Замечание. Для наших целей это определение удобней определения в. в. а., данного Б. Н. Пшеничным [3].

Через $\bar{x}(t)$ обозначим решение поставленной задачи оптимизации, которая лежит в $\text{dom } \Gamma$, вместе с некоторой ϵ -трубкой.

Предположим, что функционал ψ допускает в. в. а. $h(x)$ в точке $\bar{x}(T)$.

Лемма 2. Пусть Γ — измеримо по t и полунепрерывно сверху по x почти при всех t ; существует такая измеримая скалярная функция $r(t) > 0$, что $\text{gr } \Gamma \cap S((\bar{x}(t), \dot{\bar{x}}(t)), r(t))$ выпукло почти при всех t и существует такая суммируемая функция $\lambda(t)$, что для $x \in S(\bar{x}(t), r(t))$ $\|\Gamma(t, x)\| \leq \lambda(t)(1 + \|x\|)$.

Тогда отображение $t \rightarrow a(t, x)$, определенной формулой $\text{gra}(t, \cdot) = \text{gr } \Gamma \cap S((\bar{x}(t), \dot{\bar{x}}(t)), r(t))$ измеримо на E ; отображение $x \rightarrow a(t, x)$ вогнуто и полунепрерывно сверху почти при всех t ; $\|a(t, x)\| \leq \lambda(t)(1 + \|x\|)$.

Рассмотрим задачу

$$\dot{x}(t) \in a(t, x(t)), x(0) = x_0, \quad (5)$$

Ясно, что $\bar{x}(t)$ удовлетворяет (5) и минимизирует $h(x)$ среди всех траекторий, удовлетворяющих (5).

Теорема 4. Пусть при $r(t) \geq \lambda > 0$ выполнены условия леммы 2 и 0 не принадлежит множеству $\partial\psi(\bar{x}(T))$. Если $\bar{x}(t)$ оптимальное решение задачи В, то существует такая $\bar{f}_T \in \partial\psi(\bar{x}(T)) = \partial h(\bar{x}(T))$, что $\bar{x}(t)$ как решение задачи (5) допускает характеристику $\bar{f} = (\bar{f}_t)_{t \in E}$, для которой $\bar{f}_T = \bar{f}_T$.

Так как $a_t(\bar{f}_t: (\bar{x}(t), \dot{\bar{x}}(t))) = \Gamma_t(\bar{f}_t: (\bar{x}(t), \dot{\bar{x}}(t)))$, где Γ_t определено в [3], то из абсолютной непрерывности характеристики вытекает, что эти условия могут быть записаны в форме принципа максимума.

Работа выполнена под руководством А. М. Рубинова, которому выражаю свою глубокую благодарность.

Литература

1. Рубинов А. М. Суперлинейные многозначные отображения и их приложения к экономико-математическим задачам, 167. "Наука". Л., 1980.
2. Макаров В. Л., Рубинов А. М. Математическая теория экономической динамики и равновесие. "Наука", М., 1973.
3. Пшеничный Б. Н. Выпуклый анализ и экстремальные задачи. "Наука". М., 1980.
4. Мухомов А. М. ДАН СССР, т. 217, № 4, 1974.
5. Благодатский В. И. Summer School on Ordinary Differential Equations. Brno, part 1, 29—67, 1975.
6. Филиппов А. Ф. Вестник МГУ, серия матем. и мех., № 3, 1967.
7. Благодатский В. И. Теория дифференциальных включений, т. 1, М., 1979.
8. Демьянов В. Ф., Рубинов А. М. Приближенные методы решения экстремальных задач, 178, Изд. ЛГУ. Л., 1968.

Институт математики и механики

Поступило 4. I. 1982

М. А. Садыгов

ДИФФЕРЕНЦИАЛ ДАХИЛОЛМАНЫН МИНИМУМУ УЧУН БИР СЫРА ЗЭРУРИ ВЭ КАФИ ШЭРТЛЭР

Мэгалэдэ дифференциал дахилолманын минимуму учун характеристика аялажышы васитэсилэ зэрури вэ кафи шэрт алынмыш вэ характеристика мутлэг кэсилмээ олдугда алынмыш шэртлэрин максимум принципи шэклинэ кэтирилэ билмэси кэстэрилмишдир.

М. А. Sadigov

ON SOME NECESSARY AND SUFFICIENT CONDITIONS FOR THE DIFFERENTIAL INCLUSINGS

In this paper necessary and sufficient conditions for differential includings are given as a theorem of characteristics. It is shown that a theorem of characteristics is absolutely continuous, and these conditions can be written in the form of maximum principle.

Т. А. ШАРИФОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОБЩЕННОГО РЕШЕНИЯ ОДНОМЕРНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ В КОНЕЧНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА С НЕЛИНЕЙНОЙ ОПЕРАТОРНОЙ ПРАВОЙ ЧАСТЬЮ

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

Работа посвящена исследованию следующей задачи:

$$U_{tt} - \alpha U_{tx} = F(U(t, x)) \quad (0 \leq t \leq T, 0 \leq x \leq l), \quad (1)$$

$$U(0, x) = \varphi(x), \quad U_t(0, x) = \psi(x) \quad (0 \leq x \leq l), \quad (2)$$

$$U(t, 0) = U(t, l) = 0 \quad (0 \leq t \leq T), \quad (3)$$

где $0 < T$, $l < +\infty$, $\alpha > 0$ — фиксированное число; φ , ψ — заданные функции, F — заданный, вообще говоря, нелинейный оператор, а $U(t, x)$ — искомая функция.

С целью исследования задачи (1)–(3) вводятся следующие банаховы пространства. Обозначим через $B_{\alpha, \beta, \gamma, T}^{s, s_1, s_2}$ совокупность всех функций вида $U(t, x) = \sum_{n=1}^{\infty} U_n(t) \sin \frac{n\pi}{l} x$, рассматриваемых в области $Q_T = [0, T] \times [0, l]$, где функции $U_n(t)$ n раз непрерывно дифференцируемы на отрезке $[0, T]$ и $\sum_{n=1}^{\infty} (n^{\alpha_1} \max_{0 \leq t \leq T} |U_n^{(i)}(t)|)^{\beta_1} < +\infty$ ($i = \overline{0, s}$), причем $s \geq 0$ — целое число $\alpha_i \geq 0$, $1 \leq \beta_i \leq 2$ ($i = \overline{0, s}$) — фиксированные числа. Норму в этом множестве определим так

$$\|U(t, x)\|_{B_{\alpha, \beta, \gamma, T}^{s, s_1, s_2}} = \sum_{i=0}^s \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} (n^{\alpha_i} \max_{0 \leq t \leq T} |U_n^{(i)}(t)|)^{\beta_i} \right\}^{\frac{1}{\beta_1}}.$$

В дальнейшем для удобства будем пользоваться следующими обозначениями

$$\|U(t, x)\|_{B_{\alpha, \beta, \gamma, T}^{s, s_1, s_2}} = \sum_{i=0}^s \left\{ \sum_{n=1}^{\infty} (n^{\alpha_i} \max_{0 \leq \tau \leq T} |U_n^{(i)}(\tau)|)^{\beta_i} \right\}^{\frac{1}{\beta_1}}, \quad t \in [0, T]. \quad (4)$$

В работе установлены теоремы единственности, существования и единственного обобщенного решения задачи (1)–(3), причем под обобщенным решением задачи (1)–(3) понимается следующее.

Определение. Обобщенным решением задачи (1)–(3) назовем функцию $U(t, x)$, принадлежащую пространству $B_{\alpha, \beta, \gamma, T}^{2, 2, 2}$, принимающую начальные значения (2) в обычном смысле и удовлетворяющую интегральному тождеству

$$\begin{aligned} & \int_0^T \int_0^l U_t(t, x) \cdot V_t(t, x) - \alpha U_{tx}(t, x) V_t(t, x) + \\ & + F(U(t, x)) V(t, x) dx dt - \alpha \int_0^1 \varphi''(x) V(0, x) dx + \\ & + \int_0^1 \psi(x) V(0, x) dx = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

для всех функций $V(t, x)$, обладающих свойствами: $V(T, x) = 0$ для почти всех $x \in [0, l]$, $V(0, x) \in L_2(0, l)$, $V(t, x) \in L_2(Q_T)$ $\|V_t(t, x)\|_{L_2(0, l)} \in L(0, T)$ и интегральному тождеству

$$\begin{aligned} & \int_0^T \int_0^l [U_{tt}(t, x) V_t(t, x) - \alpha U_{tx}(t, x) V_x(t, x) + F(U(t, x)) V(t, x)] dx dt + \\ & + \int_0^1 \psi(x) V(0, x) dx = 0, \end{aligned} \quad (6)$$

для всех функций $V(t, x)$, обладающих свойствами: $V(T, x) = 0$ для почти всех $x \in [0, l]$ $\forall t \in [0, T]$, $V(t, 0) = V(t, l) = 0$, $V(0, x) \in L_2(0, l)$, $V(t, x) \in L_2(Q_T)$, $V_t(t, x) \in L(Q_T)$.

Обобщенное решение задачи (1)–(3) будем искать в виде $U(t, x) = \sum_{n=1}^{\infty} U_n(t) \sin \frac{n\pi}{l} x$. Тогда легко видеть, что после формального применения схемы метода Фурье нахождение функций $U_n(t)$ приводится к решению следующей счетной системы нелинейных интегродифференциальных уравнений типа Вольтерра второго рода:

$$\begin{aligned} U_n(t) = & \varphi_n + \frac{l^2}{\alpha n^2 \pi^2} \left[1 - e^{-\frac{\alpha n^2 \pi^2}{l^2} t} \right] \psi_n + \\ & + \frac{2l}{\alpha n^2 \pi^2} \int_0^t \int_0^l F(U(t, \xi)) \left[1 - e^{-\frac{\alpha n^2 \pi^2}{l^2} (t-\tau)} \right] \sin \frac{n\pi}{l} \xi d\xi d\tau, \end{aligned} \quad (7)$$

где

$$\varphi_n = \frac{2}{l} \int_0^l \varphi(x) \sin \frac{n\pi}{l} x dx, \quad \psi_n = \frac{2}{l} \int_0^l \psi(x) \sin \frac{n\pi}{l} x dx.$$

Исходя из определения обобщенного решения задачи (1)–(3) легко доказывается следующая

Лемма. Если $U(t, x)$ является обобщенным решением задачи (1)–(3), причем $\tilde{F}(U(t, x)) \in L(Q_T)$, то функции $U_n(t) = \frac{2}{l} \int_0^l U(t, x) \sin \frac{n\pi}{l} x dx$ удовлетворяют на $[0, T]$ системе (7).

Теперь приведем некоторые из полученных нами результатов.

Теорема 1. Пусть

1. Для каждого $U(t, x) \in B_{2,2,T}^{2,1}$ $F(U(t, x)) \in L_2(Q_T)$.

2. Для любых $U(t, x), V(t, x) \in B_{2,2,T}^{2,1}$ и $\forall t \in [0, T]$:

$$\|F(U(t, x)) - F(V(t, x))\|_{L_2(0,1)} \leq a_{1,u,v}^{(1)} \|U - V\|_{B_{2,t}^{2,0}} +$$

$$+ a_{2,u,v}^{(1)} \|U - V\|_{B_{2,t}^{2,1}} + a_{3,u,v}^{(1)} \|U - V\|_{B_{2,t}^{2,2}} +$$

$$+ a_{4,u,v}^{(1)} \|U - V\|_{B_{2,2,t}^{2,0}} + a_{5,u,v}^{(1)} \|U - V\|_{B_{2,2,t}^{2,1}},$$

где для каждого $t_0 \in [0, T]$ существует такое $\delta(t_0)$ ($0 < \delta(t_0) \leq T - t_0$), что

$$(t - t_0)^{\frac{3}{2}} a_{1,u,v}^{(1)}, (t - t_0) a_{2,u,v}^{(1)}, (t_0 - t_0)^{\frac{1}{2}} a_{3,u,v}^{(1)}, (t - t_0)^{\frac{1}{2}} a_{4,u,v}^{(1)},$$

$$a_{5,u,v}^{(1)} \in L_2(t_0, t_0 + \delta(t_0)).$$

Тогда задача (1)–(3) не может иметь более одного обобщенного решения.

С помощью комбинированного принципа М. А. Красносельского (см. [1], стр. 148 и [2] теорему 2) о неподвижной точке доказана следующая

Теорема 2. Пусть

1. а) $\varphi(x) \in C^{(1)}[0, 1]$, $\varphi''(x) \in L_2(0, 1)$ и $\varphi(0) = \varphi(1) = 0$;

б) $\psi(x) \in C[0, 1]$, $\psi'(x) \in L_2(0, 1)$ и $\psi(0) = \psi(1) = 0$.

2. $F = F_1 + F_2$, причем

а) оператор F_1 действует из шара K_1 ($\|U\|_{B_{2,T}^{2,1}} \leq R$) в $L_2(Q_T)$

непрерывно, где $R > \|W(t, x)\|_{B_{2,2,T}^{2,1}}$, а функция $W(t, x)$ определена соотношением

$$W(t, x) \equiv \sum_{n=1}^{\infty} \left[\varphi_n + \frac{l^2}{\alpha n^2 \pi^2} \left[1 - e^{-\frac{\alpha n^2 \pi^2}{l^2} t} \right] \psi_n \right] \sin \frac{n\pi}{l} x; \quad (8)$$

б) оператор F_2 действует из шара K_2 ($\|U\|_{B_{2,2,T}^{2,1}} \leq R$) в $L_2(Q_T)$ и в этом шаре удовлетворяет условию Липшица

$$\|F_2(U) - F_2(V)\|_{L_2(Q_T)} \leq q \cdot \|U - V\|_{B_{2,2,T}^{2,1}}, \text{ где } \frac{l\sqrt{2lT} + \pi\sqrt{\alpha l}}{\alpha\pi^2} \times$$

$$\times q \equiv q_0 < 1.$$

3. $\|W(t, x)\|_{B_{2,2,T}^{2,1}} + \frac{l\sqrt{2lT} + \pi\sqrt{\alpha l}}{\alpha\pi} \cdot \sup_{U \in K_2} \|F(U)\|_{L_2(Q_T)} \leq R$.

Тогда задача (1)–(3) имеет обобщенное решение.

С помощью принципа ненулевого вращения (см. [3], стр. 205) доказана.

Теорема 3. Пусть

1. Выполнено условие 1 теоремы 2.

2. $F = F_1 + F_2 + F_3$, причем:

а) оператор F_1 действует из $B_{2,T}^{2,1}$ в $L_2(Q_T)$ непрерывно и $\forall U \in B_{2,T}^{2,1}$, $t \in [0, T]$ $\|F_1(U(t, x))\|_{L_2(0,1)} \leq a_1(t) + a_2(t) \|U\|_{B_{2,t}^{2,1}} +$
 $+ a_3(t) \|U\|_{B_{2,t}^{2,2}},$

где $a_i(t) \in L_1(0, T)$ ($i = \overline{1, 3}$) и $0 < \gamma < 1$;

б) Оператор F_2 действует из некоторого шара K^* ($\|U\|_{B_{2,\Gamma}^{2,1}} \leq C$) пространства $B_{2,T}^{2,1}$ в $L_2(Q_T)$ непрерывно, где

$$C > C_0 \max \{y: y^2 \leq (A_1 + A_2 |y|^2) A_3\}, A_1 \equiv 2 \|W\|_{B_{2,2,T}^{2,1}}^2 +$$

$$+ \frac{6(l\sqrt{2lT} + \pi\sqrt{\alpha l})^2}{\alpha^2 \pi^4} \|a_1(t)\|_{L_2(0,T)}^2,$$

$$A_2 \equiv \frac{6(l\sqrt{2lT} + \pi\sqrt{\alpha l})^2}{\alpha^2 \pi^4} \cdot \|a_2(t)\|_{L_2(0,T)}^2, A_3 \equiv$$

$$\equiv \exp \left\{ \frac{6(l\sqrt{2lT} + \pi\sqrt{\alpha l})^2}{\alpha^2 \pi^4} \|a_3(t)\|_{L_2(0,T)}^2 \right\}.$$

а функция $W(t, x)$ определена соотношением (8);

в) $\inf_{U \in S} \{ \|U - Q_1(U)\|_{B_{2,2,T}^{2,1}} - \|Q_2(U)\|_{B_{2,2,T}^{2,1}} \} > 0$, где S — граница шара K ($\|U\|_{B_{2,2,T}^{2,1}} \leq C$), $Q_1(U) = W + PF_1(U)$, $Q_2(U) = PF_2(U)$, а оператор P определен следующим образом:

$$P(U(t, x)) \equiv \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2l}{\alpha n^2 \pi^2} \int_0^t \int_0^1 U(\tau, \xi) \left[1 - e^{-\frac{\alpha n^2 \pi^2}{l^2} (t-\tau)} \right] \sin \frac{n\pi}{l} \xi d\xi d\tau \times$$

$$\times \sin \frac{n\pi}{l} x; \quad (9)$$

г) Оператор F_3 действует из шара K_p ($\|U\|_{B_{2,2,T}^{2,1}} \leq p$) в $L_2(Q_T)$ и для любых $U, V \in K_p$:

$$\|F_3(U) - F_3(V)\|_{L_2(Q_T)} \leq q \cdot \|U - V\|_{B_{2,2,T}^{2,1}}, \text{ где } p \geq C,$$

$$p \geq p_0 \equiv \sup_{U \in K} \{ \|Q_1(U) + Q_2(U)\|_{B_{2,2,T}^{2,1}} \},$$

$$\frac{l\sqrt{2lT} + \pi\sqrt{\alpha l}}{\alpha\pi^2} q = q_0 \leq 1 - \frac{p_0}{p}, q_0 < 1;$$

д) $\inf_{U \in S} \{ \|U - Q_1(U) - Q_2(U)\|_{B_{2,2,T}^{2,1}} - \|Q_3(U)\|_{B_{2,2,T}^{2,1}} \} > 0$, где $Q_3(U) =$
 $= PF_3(U)$;

е) $F_3(0) = 0$.

Тогда задача (1)–(3) имеет обобщенное решение.

Теорема 4. Пусть

1. Выполнено условие 1 теоремы 2.

2. Оператор F действует из $B_{2,2,T}^{2,1}$ в $L_2(Q_T)$ и $\forall U \in B_{2,2,T}^{2,1}$, $t \in [0, T]$ $\|F(U(t, x))\|_{L_2(0,1)} \leq a(t) + b(t) \cdot \|U\|_{B_{2,2,t}^{2,1}}$, где $a(t), b(t) \in L_1[0, T]$.

3. для любых $U, V \in K_0$ ($\|U\|_{B_{2,2,T}^{2,1}} \leq C_0$) и $t \in [0, T]$

$$\|F(U(t, x)) - F(V(t, x))\|_{L_1(0,T)} \leq C(t) \|U - V\|_{B_{2,2,T}^{2,1}}, \text{ где } C(t) \in L_2(0, T),$$

$$C_0 \equiv \left\{ \left[2 \|W(t, x)\| + 4 \left(\frac{l \sqrt{2lT} + \pi \sqrt{\alpha l}}{\alpha \pi^2} \right)^2 \cdot \|a(t)\|_{L_1(0,T)}^2 \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \exp \left[4 \left(\frac{l \sqrt{2lT} + \pi \sqrt{\alpha l}}{\alpha \pi^2} \right)^2 \cdot \|b(t)\|_{L_1(0,T)}^2 \right] \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (10)$$

а функция $W(t, x)$ определена соотношением (8).

Тогда задача (1)–(3) имеет единственное обобщенное решение $U(t, x)$, которое может быть найдено методом последовательных приближений, причем скорость сходимости последовательных приближений $U_k(t, x)$ к $U(t, x)$ характеризуется так:

$$\|U_k(t, x) - U(t, x)\|_{B_{2,2,T}^{2,1}} \leq C_0 \cdot \frac{\left[\frac{l \sqrt{2lT} + \pi \sqrt{\alpha l}}{\alpha \pi^2} \cdot \|C(t)\|_{L_1(0,T)} \right]^k}{\sqrt{\kappa!}} \times \\ \times (\kappa = 0, 1, 2, \dots). \quad (11)$$

Комбинированием метода последовательных приближений с принципом Шаудера доказана следующая

Теорема 5. Пусть

1. Выполнено условие 1 теоремы 4.

2. $\tilde{F}(U) = \tilde{F}(U, U)$, причем

а) оператор $\tilde{F}(U, V)$ действует из $B_{2,T}^1 \times B_{2,2,T}^{2,1}$ в $L_2(\mathbb{R}_T)$, для любых $U \in B_{2,T}^1, V \in B_{2,2,T}^{2,1}$ и $t \in [0, T]$

$$\|\tilde{F}(U(t, x), V(t, x))\|_{L_1(0,T)} \leq a_1(t) + a_2(t) \cdot \|U\|_{B_{2,T}^1}^{1/2} + a_3(t) \|U\|_{B_{2,T}^1} + \\ + a_4(t) \cdot \|V\|_{B_{2,2,T}^{2,1}}^{1/2} + a_5(t) \|V\|_{B_{2,2,T}^{2,1}}, \text{ где } a_i(t) \in L_2(0, T) \ (i = \overline{1, 5}), \\ 0 < T < 1;$$

где

б) для любых $U \in K_0$ ($\|U\|_{B_{2,T}^1} \leq C_0$), $V_1, V_2 \in B_{2,2,T}^{2,1}$ и $t \in [0, T]$

$$\|\tilde{F}(U(t, x), V_1(t, x)) - \tilde{F}(U(t, x), V_2(t, x))\|_{L_1(0,T)} \leq \\ \leq b(t) \|V_1 - V_2\|_{B_{2,2,T}^{2,1}}, \text{ где } b(t) \in L_2(0, T),$$

$$C_0 \equiv \max \{y: y^2 \leq (A_1 + A_2 |y|^{2\tau}) A_3\}, \ A_1 \equiv 2 \|W\|_{B_{2,2,T}^{2,1}}^2 + \\ + \frac{10(l \sqrt{2lT} + \pi \sqrt{\alpha l})^2}{\alpha^2 \pi^4} \times \|a_1(t)\|_{L_1(0,T)}^2, \ A_2 \equiv \frac{10(l \sqrt{2lT} + \pi \sqrt{\alpha l})^2}{\alpha^2 \pi^4} \times \\ \times [\|a_2(t)\|_{L_1(0,T)}^2 + \|a_4(t)\|_{L_1(0,T)}^2], \\ A_3 \equiv \left\{ \frac{10(l \sqrt{2lT} + \pi \sqrt{\alpha l})^2}{\alpha^2 \pi^4} \cdot [\|a_3(t)\|_{L_1(0,T)}^2 + \|a_5(t)\|_{L_1(0,T)}^2] \right\},$$

а функция $W(t, x)$ определена равенством (8);

в) Для каждого фиксированного $V \in K$ ($\|V\|_{B_{2,2,T}^{2,1}} \leq C$) оператор $\tilde{F}(U, V)$ действует из шара K_0 ($\|U\|_{B_{2,T}^1} \leq C_0$) в $L_2(\mathbb{R}_T)$ непрерывно, где

$$C \equiv \min \{C_1, C_2\}, \ C_1 \equiv \left\{ \left[2 \|W(t, x)\|_{B_{2,2,T}^{2,1}}^2 + 8 \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \frac{(l \sqrt{2lT} + \pi \sqrt{\alpha l})^2}{\alpha^2 \pi^4} \cdot (\|a_1(t)\|_{L_1(0,T)}^2 + \|a_2(t)\|_{L_1(0,T)}^2 \cdot C_0^{2\tau} + \|a_3(t)\|_{L_1(0,T)}^2 C_0^2) \right] \times \right. \\ \left. \times \exp \left[8 \frac{(l \sqrt{2lT} + \pi \sqrt{\alpha l})^2}{\alpha^2 \pi^4} \cdot \|b(t)\|_{L_1(0,T)}^2 \right] \right]^{\frac{1}{2}},$$

$$C_2 \equiv \max \{y: y^2 \leq (\tilde{A}_1 + \tilde{A}_2 |y|^{2\tau}) \tilde{A}_3\}, \ \tilde{A}_1 \equiv 2 \|W(t, x)\|_{B_{2,2,T}^{2,1}}^2 + \\ + \frac{10(l \sqrt{2lT} + \pi \sqrt{\alpha l})^2}{\alpha^2 \pi^4} \cdot [\|a_1(t)\|_{L_1(0,T)}^2 + \|a_2(t)\|_{L_1(0,T)}^2 \cdot C_0^{2\tau} + \\ + \|a_3(t)\|_{L_1(0,T)}^2 \cdot C_0^2],$$

$$\tilde{A}_2 \equiv \frac{10(l \sqrt{2lT} + \pi \sqrt{\alpha l})^2}{\alpha^2 \pi^4} \|a_4(t)\|_{L_1(0,T)}^2,$$

$$\tilde{A}_3 \equiv \exp \left[\frac{10(l \sqrt{2lT} + \pi \sqrt{\alpha l})^2}{\alpha^2 \pi^4} \|a_5(t)\|_{L_1(0,T)}^2 \right].$$

Тогда задача (1)–(3) имеет обобщенное решение.

В заключение отметим, что задачи подобного рода, когда $F(U(t, x)) = U_{xx}(t, x)$, встречаются при рассмотрении стационарных волн в линейно-вязко-упругих средах. Кроме того, следует отметить, что в работах [4–6] для простейших частных случаев уравнения (1), представляющих одну из наиболее простых математических моделей нервных аксонов (нейронов), изучена предельная краевая задача на полуоси $x \geq 0$.

Литература

1. Красносельский М. А. Топологические методы в теории нелинейных интегральных уравнений. ГИТТЛ, М., 1956.
2. Забрейко П. П., Красносельский М. А. ДАН СССР, 176, № 6, 1233–1235, 1967.
3. Справочная математическая библиотека. Функциональный анализ. Изд-во "Наука", М., 1964.
4. Proceedings of the IRE, SO (10), 1962, 2061–2070.
5. Reiko Arima and Yojiro Hasegawa. Proc. Japan Acad., 1963, 39, № 10, 721–725.
6. Jamaguti Masaja. Proc. Japan Acad., 1963, 39, № 10, 726–730.

АзИСИ

Поступило 4. I 1982

БИР СИННІФ ГЕЈРИ-ХӘТТИ ҮЧҮНЧҮ ТӘРТИБ ХҮСУСИ ТӨРӘМӘЛИ
ДИФФЕРЕНЦИАЛ ТӘНЛИКЛӘР ҮЧҮН СОНЛУ ОБЛАСТДА ГОЈУЛМУШ
БИРӨЛЧҮЛҮ СӘРҮӘД МӘСӘЛӘСИННИН ҮМУМИЛӘШМИШ ҺӘЛЛИНИН ТӘДҒИГИ

Мәгаләдә (1)-(3) мәсәләсинин үмумиләшмиш һәллинин јекәнәлији вә варлығы һаг-
ғында бир нечә теорем исбат едилмишдир.

Т. А. Sharifov

RESEARCH OF A GENERALIZED SOLUTION OF ONE-DIMENSIONAL
BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR ONE CLASS OF NON-LINEAR
PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS OF THE THIRD ORDER

Theorems of the uniqueness and existence of the generalized solutions of the prob-
lems (1)-(3) are proved in this paper.

УДК 517.91

МАТЕМАТИКА

А. Р. МАГОМЕДОВ, Г. М. НАБИЕВ

ПРИНЦИП УСРЕДНЕНИЯ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ
УРАВНЕНИЙ С МАКСИМУМАМИ

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

Пусть $F(t, x, y)$ обозначает n -мерную вектор-функцию, определен-
ную для всех неотрицательных значений t и для $x, y = \max_{t \in [t-h, t]} x(\tau)$ из
некоторой ограниченной области D пространства E^n . Предполагается,
что при каждых значениях $x, y \in D$ существует среднее по времени

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T F(t, x, y) dt = F_0(x, y). \quad (1)$$

Рассматриваются два обыкновенных дифференциальных уравнения

$$\dot{x} = \varepsilon F(t, x, y) \quad (2)$$

и

$$\dot{y} = \varepsilon F_0(x, y) \quad (3)$$

при одинаковых начальных условиях

$$x(0) = y(0) = x_0. \quad (4)$$

Принцип усреднения заключается в том, что решение уравнения
(2) приближенно заменяют решением уравнения (3).

Обоснование принципа усреднения было дано еще Л. И. Ман-
дельштамом и Н. Д. Папалекси [3] для случая, когда функции $F(t, x, y)$ периодические по t и когда выполнены дополнительные жест-
кие ограничения для обыкновенных дифференциальных уравнений.
При весьма широких предположениях обоснование принципа усред-
нения дал Н. Н. Боголюбов [4].

В данной работе устанавливаются некоторые результаты, связан-
ные с обоснованием метода усреднения для систем дифференциаль-
ных уравнений с максимумами.

Теорема. Пусть функция $F(t, x, y)$ ограничена для $t \in [0, +\infty)$
и удовлетворяет условию (1) при $x, y \in D$ и, кроме того, для
любого $\varepsilon_1 > 0$ существует $\delta(\varepsilon_1) > 0$ такое, что если $|x' - \bar{x}''| < \delta(\varepsilon_1)$
 $|y' - y''| < \delta(\varepsilon_1)$, то $|F(t, x', y') - F(t, x'', y'')| < \varepsilon_1$, $|F^0(x', y') - F^0(x'', y'')| < \varepsilon_1$. (5)

Допустим еще, что система (3) имеет единственное решение,
удовлетворяющее условию (4). Тогда если $x(t, \varepsilon)$ произвольное
решение системы (2), для которого $x(0, \varepsilon) = x_0$, а $y(t, \varepsilon)$ есть ре-
шение системы (3) с начальным условием $y(0, \varepsilon) = y_0$, то для лю-
бых $T > 0$ и $\varepsilon_1 > 0$ существует $\varepsilon_0 > 0$ такое, что при $0 < \varepsilon < \varepsilon_0$

имеем $|x(t, \varepsilon) - y(t, \varepsilon)| < \varepsilon_1$ для всех $t \in [0, \frac{T}{\varepsilon}]$.

При доказательстве теоремы воспользуемся следующими леммами, доказательства которых можно найти из [3, 4].

Лемма 1. Если $F(t, x, y)$ удовлетворяет условию (1) для любых $x, y \in D$, то для любой пары кусочно-постоянных функций $\bar{x}(t), \bar{y}(t)$ имеет место соотношение

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_0^{t_1} F\left(\frac{t_1}{\varepsilon}, \bar{x}(\tau_1), \bar{y}(\tau_1)\right) dt_1 = \int_0^{t_1} F_0(\bar{x}(t_1), \bar{y}(t_1)) dt_1. \quad (6)$$

Лемма 2. Если функция $F(t, x, y)$ ограничена при $t \in [0, +\infty)$, $x, y \in D$ и $x_n(t)$ решение системы

$$\dot{x}_n(t) = \varepsilon_n F(t, x(t), y(t)), \quad (7)$$

то из соотношения $\lim_{n \rightarrow \infty} \varepsilon_n = 0$ и $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n\left(\frac{t}{\varepsilon_n}\right) = y(t)$ следует

$$\lim_{n \rightarrow \infty} y_n(t) = \lim_{n \rightarrow \infty} \max_{\tau \in \left[\frac{t}{\varepsilon_n} - h, \frac{t}{\varepsilon_n}\right]} x_n(\tau) = y(t). \quad (8)$$

Лемма 3. Если $\lim_{n \rightarrow \infty} \varepsilon_n = 0$ и $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n\left(\frac{t}{\varepsilon_n}\right) = y(t)$ равномерно по $t \in [0, T]$, то

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_0^{t_1} F\left(\frac{t_1}{\varepsilon_n}, x_n\left(\frac{t_1}{\varepsilon_n}\right), \max_{\tau \in \left[\frac{t_1}{\varepsilon_n} - h, \frac{t_1}{\varepsilon_n}\right]} x_n(\tau)\right) dt_1 = \int_0^{t_1} F_0(y(t), y(t)) dt. \quad (9)$$

Доказательство. Имеем

$$x(t, \varepsilon) = x_0 + \varepsilon \int_0^t F(s, x(s), y(s)) ds.$$

При $t = \frac{t_1}{\varepsilon}$ получаем

$$x\left(\frac{t_1}{\varepsilon}, \varepsilon\right) = x_0 + \int_0^{t_1} F\left(\frac{u}{\varepsilon}, x\left(\frac{u}{\varepsilon}\right), y\left(\frac{u}{\varepsilon}\right)\right) du.$$

Сделаем в интеграле подстановку $u = \varepsilon S$.

Тогда

$$x\left(\frac{t_1}{\varepsilon}, \varepsilon\right) = x_0 + \int_0^{t_1} F\left(\frac{u}{\varepsilon}, x\left(\frac{u}{\varepsilon}\right), y\left(\frac{u}{\varepsilon}\right)\right) du.$$

Из неравенства $|F(t, x, y)| < M$ следует, что при $0 \leq t_1 \leq T$ семейство $\left\{x\left(\frac{t_1}{\varepsilon}, \varepsilon\right)\right\}$ равномерно ограничено и имеет равномерно ограниченные производные, следовательно, является равностепенно непрерывным. Если это так, тогда семейство $\left\{x\left(\frac{t_1}{\varepsilon}, \varepsilon\right)\right\}$ компактно, и для любой последовательности $\{\varepsilon_n\}$ такой, что $\lim_{n \rightarrow \infty} \varepsilon_n = 0$, можно найти подпоследовательность $\{\varepsilon_{n_k}\}$, для которой

$$\lim_{k \rightarrow \infty} x_{n_k}\left(\frac{t_1}{\varepsilon_{n_k}}, \varepsilon_{n_k}\right) = y(t_1),$$

причем сходимость равномерна на $[0, T]$.

Тогда $y(0) = x_0$ и из

$$x_{n_k}\left(\frac{t_1}{\varepsilon_{n_k}}, \varepsilon_{n_k}\right) = x_0 + \int_0^{t_1} F\left(\frac{u}{\varepsilon_{n_k}}, x\left(\frac{u}{\varepsilon_{n_k}}\right), y\left(\frac{u}{\varepsilon_{n_k}}\right)\right) du$$

на основе леммы 3, получаем

$$y(t_1) = x_0 + \int_0^{t_1} F_0(y(u), y(u)) du.$$

Отсюда вытекает, что $y(t_1)$ — решение системы (3). Так как это решение по предположению единственно, заключаем, что для любой последовательности $\varepsilon_n \rightarrow 0$ существует подпоследовательность $\{\varepsilon_{n_k}\}$ такая, что

$$\lim_{k \rightarrow \infty} x_{n_k}\left(\frac{t_1}{\varepsilon_{n_k}}, \varepsilon_{n_k}\right) = y(t_1).$$

Но это означает, что $\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} x\left(\frac{t_1}{\varepsilon}, \varepsilon\right) = y(t_1)$ и, следовательно, для любого

$\varepsilon_1 > 0$ существует $\varepsilon_0 > 0$ такое, что если $0 < \varepsilon < \varepsilon_0$, то

$$\left|x\left(\frac{t_1}{\varepsilon}, \varepsilon\right) - y(t_1)\right| < \varepsilon \text{ для } t_1 \in [0, T].$$

Пусть $t = \frac{t_1}{\varepsilon}$. Имеем $|x(t, \varepsilon) - y(\varepsilon t)| < \varepsilon_1$. Обозначим $y(\varepsilon t) = y(t, \varepsilon)$.

Тогда $\dot{y}(t, \varepsilon) = \dot{y}(\varepsilon t) = \varepsilon \frac{d}{dt} y(\varepsilon t) = \varepsilon F_0(y(\varepsilon t), y(\varepsilon t)) = \varepsilon F_0(y(t, \varepsilon), y(t, \varepsilon))$, т. е. $y(t, \varepsilon)$ — решение системы (3) и $y(0, \varepsilon) = y(0) = x_0$. Итак, теорема доказана.

Литература

1. Магомедов А. Р. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук. № 1, с. 104—108, 1977.
2. Магомедов А. Р., Рябов Ю. А. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-техн. и матем. наук. № 2, с. 76—83, 1975.
3. Мандельштам Л. И., Папалекси Н. Д. ЖЭТФ, IV, с. 112—117, 1934.
4. Боголюбов Н. Н. О некоторых статических методах в матем. физике. Изд-во АН УССР, 1945.

ИКИПР НПО КИ АН Азерб. ССР

Поступило 24. VI. 1983

Ә. Р. Мәһәммәдов, Һ. М. Нәбијев

МАКСИМУМУЛУ ДИФФЕРЕНЦИАЛ ТӘНЛИКЛӘР ҮЧҮН ОРТАЛАШДЫРМА ПРИНЦИПИ

Мәгаләдә еңи башлангыч шәртләре малик олан максимумлу дифференциал тәнлик-
ләр системинә бахылыр вә орталашдырма принципи илә баглы олан бә'зи нәтичәләр
алыныр.

Исбат олунур ки, тәнликләр системинин јеканә һәлли вардыр.

A. R. Magomedov, G. M. Nabiyev

AVERAGING PRINCIPLE FOR THE DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH MAXIMUMS

In this paper the systems of differential equations with maximums at equal initial conditions are considered and some results connected with the proof of averaging principle are established.

It is also proved that the equations system has the unique solution.

АЗЕРБАЙҖАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫН МӘРҮЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XL ЧИЛД

№ 2

1984

УДК 516.732.723

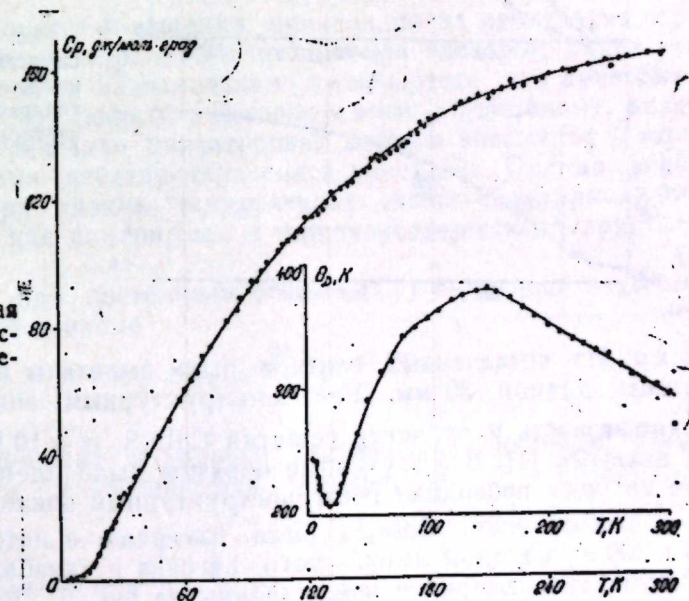
ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Д. А. ГУСЕЙНОВ, чл.-корр. И. Г. КЕРИМОВ, Р. К. ВЕЛИЕВ,
Р. З. САДЫХОВ, М. А. АЛДЖАНОВ

ТЕПЛОВЫЕ И УПРУГИЕ СВОЙСТВА CdIn_2S_4

Получение и исследование полупроводниковых соединений, среди которых определенное место занимают многокомпонентные материалы, представляет большой интерес для исследователей не только особенностью механизма электропроводности, но и разнообразием их кристаллических структур и химического состава. Одним из представителей сложных полупроводниковых соединений является CdIn_2S_4 , интерес к которому вызван широкими возможностями его применения в нелинейной оптике, в светоправляемых переключающих устройствах, в электронографии и т. д.

Рис. 1. Температурная зависимость теплоемкости и дебаевской температуры CdIn_2S_4 .



В работах [1—5] исследованы структурные, электрические, фотоэлектрические и оптические свойства, а в [6] с помощью теоретико-группового анализа изучена динамика кристаллической решетки CdIn_2S_4 . Однако тепловые и упругие свойства шпинели CdIn_2S_4 исследованы недостаточно.

В настоящей работе проведены измерения теплоемкости (C_p), коэффициента линейного теплового расширения (α) и изотермической сжимаемости (χ_T) CdIn_2S_4 .

Соединение CdIn_2S_4 синтезировалось в предварительно откачанных и запаянных кварцевых ампулах методом двухтемпературного синтеза. Затем поликристаллические образцы подвергались термической обработке в течение трех суток при 450°C . Чтобы получить плотные и непористые образцы для исследования теплового расширения и изотермической сжимаемости полученные продукты синтеза измельчались до порошкообразного вида и вновь запаивались в эвакуированную кварцевую ампулу, внутренний диаметр которой составлял

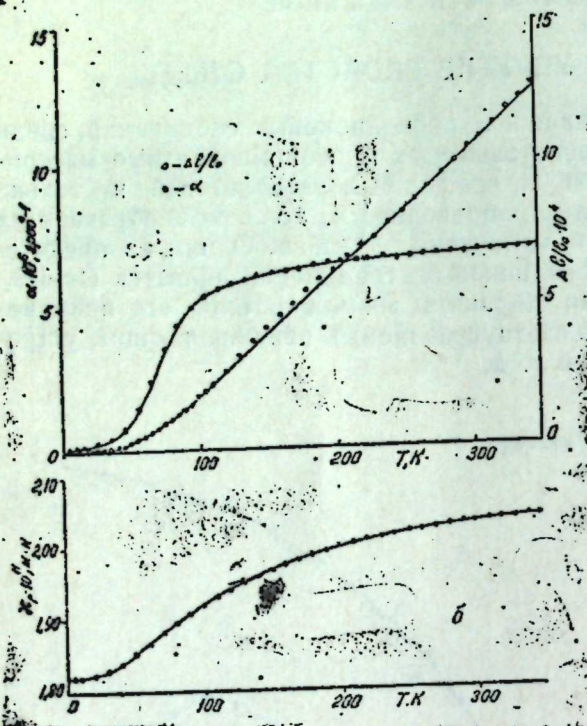


Рис. 2. Температурная зависимость относительного удлинения ($\Delta l/l_0$), коэффициента теплового расширения (α) и изотермической сжимаемости (κ_t) CdIn_2S_4 .

5 мм. Из сплавленных слитков были вырезаны цилиндрические образцы длиной 30 мм. Рентгеноструктурным анализом определены однофазность и параметр решетки CdIn_2S_4 $a = 10,83 \text{ \AA}$, что совпадает с данными [1]. Все изученные образцы были идентичны с образцами, на которых проводили рентгеноструктурный анализ.

Теплоемкость CdIn_2S_4 была измерена в интервале температур $5 \div 300 \text{ K}$ методом импульсного нагрева в адиабатических условиях. Результаты измерения представлены на рис. 1. Погрешность измерений ниже 10 K составляла 2% , выше $T > 10 \text{ K}$ — $0,3 \%$.

Экспериментальные данные показывают, что для CdIn_2S_4 ниже $\sim 7 \text{ K}$ выполняется кубический закон теплоемкости

$$C_V = 463,6 n_0 \left(\frac{T}{\theta_D} \right)^3,$$

где n_0 — число атомов в молекуле исследуемого кристалла, θ_D — дебаевская температура при $T \rightarrow 0 \text{ K}$. Из зависимости $\theta_D(T)$, которая приведена также на рис. 1, найдено, что для $\theta_D = (245 \pm 3) \text{ K}$.

Исследования линейного теплового расширения и изотермической сжимаемости CdIn_2S_4 проводили в кварцевом dilatометре, описанном в [7], в интервале температур $5 \div 350 \text{ K}$. Относительная погрешность составляла 3% . Результаты измерения теплового расширения и изотермической сжимаемости приведены на рис. 2, а, б. Как видно, характер изменения коэффициентов линейного теплового расширения и изотермической сжимаемости с температурой для CdIn_2S_4 одинаков. Значительный рост α при низких температурах ($10 \div 85 \text{ K}$) с повышением ее слабеет. Начиная с $T > 150 \text{ K}$ коэффициент теплового расширения CdIn_2S_4 изменяется слабо, что приводит практически к линейной зависимости относительного удлинения ($\Delta l/l_0$) от температуры. При 300 K $\alpha = 6,58 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$.

Известно, что тепловое расширение любого твердого тела определяется характером сил взаимодействия между атомами, из которых это тело состоит. Так как шпинель CdIn_2S_4 содержит атомы трех сортов, то характер $\alpha(T)$ будет зависеть от упорядочения этих атомов по тетраэдрическим и октаэдрическим позициям кристаллической решетки и от вида химической связи. Результаты исследования ЭП-резонанса в CdIn_2S_4 [8,9] показали, что это соединение имеет частично обращенную шпинельную структуру, в которой часть катионов Cd из тетра-позиции переходит в окта-позиции, причем соответствующие количества ионов In занимают тетра-позиции: $\text{Cd}_1 \text{In}_1 \left[\text{Cd}_1 \text{In}_3 \right] \text{S}_4$.

Согласно [10], в процессе обращения шпинели, когда происходит переход части катионов из тетра- в окта-позиции или наоборот, длина ребра элементарной ячейки незначительно уменьшается, что приводит к искажению кубической решетки. В связи с этим, по-видимому, возникает кристаллографическая анизотропия, которая способствует появлению ангармонизма действующих сил в кристалле. Видимо, значительный рост α при низких температурах связан с ангармонизмом действующих сил как внутри, так и между подрешетками кристалла CdIn_2S_4 .

Теплоемкость при постоянном объеме (C_V) вычислена из термодинамического соотношения

$$C_p - C_V = \frac{\beta^2}{\kappa_t} VT,$$

где $\beta = 3\alpha$ — коэффициент объемного теплового расширения, V — молекулярный объем, T — абсолютная температура, C_p — теплоемкость

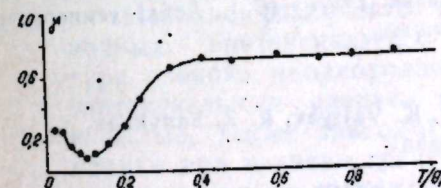


Рис. 3. Зависимость $\gamma = f(T/\theta_D)$ для CdIn_2S_4 .

при постоянном давлении. При определении V использовано его значение при 300 K и данные по $\beta(T)$. Вычисленные значения $C_V(T)$ позволили установить зависимость $\theta_D(T)$ для CdIn_2S_4 , представленную на рис. 1.

На основе экспериментальных данных вычислен также параметр Грюнайзена (γ) для CdIn_2S_4 , являющийся мерой ангармоничности сил, действующих в кристалле [11]:

$$\gamma = \frac{\beta \cdot V}{C_v \cdot \alpha T}$$

Температурная зависимость параметра Грюнайзена приведена на рис. 3, характер изменения его от температуры $\gamma = f\left(\frac{T}{\theta_D}\right)$ для CdIn_2S_4 пока-

зал, что в области $0,1 \theta_D < T < 0,35 \theta_D$ резко возрастает с увеличением температуры, а выше $T > 0,35 \theta_D$ слабо зависит от нее. При $T < 0,04 \theta_D$ ($T < 10$ K) параметр Грюнайзена можно считать не зависящим от температуры, что свидетельствует о справедливости приближения Грюнайзена. Следовательно, в этой области температур как теплоемкость, так и коэффициент теплового расширения для CdIn_2S_4 пропорциональны $\sim T^3$. Из зависимости $\theta_D(T)$ видно, что начиная с $T = 150$ K θ_D уменьшается с повышением температуры. Такой ход θ_D при высоких температурах, по-видимому, связан с ангармоническим вкладом в теплоемкость. Отметим, что зависимость параметра Грюнайзена от температуры также свидетельствует о существовании ангармонизма действующих сил в кристаллической решетке CdIn_2S_4 .

Литература

1. Ha'hn'N., Klinger W. Zs. anorg. allg. Chem., 263, 177, 1950.
2. Абдуллаев Г. Б., Антонов В. Б., Гусейнов Д. Т., Нани Р. Х., Салаев Э. Ю. ФТП, 2, 1048, 1968.
3. Аллахвердиев К. Р., Алиева Л. Н. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-тех. и матем. наук, 3, 115, 1970.
4. Аллахвердиев К. Р., Антонов В. Б., Нани Р. Х., Салаев Э. Ю. ФТП, 5, 2370, 1971.
5. Абдуллаев Г. Б., Гусейнова Д. А., Керимова Т. Г., Нани Р. Х. ФТП, 8, 1210, 1974.
6. Рустамов К. А. Канд. дисс. И-т физики. Баку, 1977.
7. Гусейнов Д. А. Канд. дисс. И-т физики, Баку, 1977.
8. Brown M. R., Roots K. G., Shand W. A. J. phys. (C): sol. stat. phys., 3, 1323, 1970.
9. Brown M. R., Martin M. D., Shand W. A. J. phys. (C): sol. st. phys., 3, 1329, 1970.
10. Goodenough J. B., Loeb A. L. Phys. Rev., 98, 391, 1955.
11. Новикова С. И. Тепловое расширение твердых тел. "Наука", М., 1974.

Институт физики

Поступило 2. II 1982

Ч. Э. Гусейнов, И. К. Керимов, Р. Г. Вэлиев, Р. З. Садыгов, М. Э. Алчанов

CdIn_2S_4 БИРЛЭШМЭСИННИ ИСТИЛИК ВЭ ЭЛАСТИКИ ХАССЭЛЭРИ

CdIn_2S_4 бирлэшмэсинни ашагы температурда истилик тутуму (C_p), истидэн хэtti кенишлэнмэ; эмсалы (α) вэ изотермик сыхылмасы (α_T) өлчүмүшдүр. Тэчрүбэдэн алынган нэтичэлэрэ эсасэн сабит һэчмдэ истилик тутуму (C_v), Дебај температуру (θ_D) вэ Грюнайзен параметри (γ) һесабланмышдыр.

D. Guseinov, G. Kerimov, R. K. Veliyev, R. Z. Sadykhov,
M. A. Aldjanov

THERMIC AND ELASTIC PROPERTIES OF CdIn_2S_4

Thermic capacity (C_p), linear thermal expansion coefficient (α) and isothermal compressibility coefficient (α_T) of compound CdIn_2S_4 were measured at low temperature. Heat capacity at constant volume (C_v), Debye temperature (θ_D) and parameter (γ) were calculated on the basis of experimental results.

Акад. М. И. АЛИЕВ, А. З. ДАИБОВ, И. Г. ОГАНОВА

ПОПЕРЕЧНЫЙ ЭФФЕКТ НЕРНСТА—ЭТТИНГСГАУЗЕНА В ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНКАХ АНТИМОНИДА ИНДИЯ

Исследования термо-эдс и термомагнитных эффектов в эпитаксиальных пленках антимонида индия, легированных оловом, проведенные ранее [1], выявили ряд особенностей в поведении продольного и поперечного эффектов Нернста—Эттингсгаузена (Н—Э) в пленках в зависимости от температуры в сравнении с аналогичными зависимостями для соответствующих массивных кристаллов. Указанные особенности были приписаны влиянию дополнительного механизма рассеяния носителей заряда в пленках, обусловленного наличием в них значительного количества различных дефектов. Известно, однако, что неоднородности материала образца могут сказываться на величине кинетических эффектов в них, не оказывая влияния на механизм рассеяния носителей заряда [2].

В работах [2, 3] теоретически было исследовано влияние случайных неоднородностей, в частности, флуктуаций концентрации носителей заряда в полупроводнике на кинетические эффекты. В них показано, что поперечный эффект Н—Э в неоднородных полупроводниках имеет некоторую добавку, обусловленную неоднородностям $Q_{\text{неод.}}^+$ к физическому эффекту Н—Э. Она связывается с возникновением вихревых токов в неоднородном образце, взаимодействие которых с магнитным полем приводит к вторичному эффекту Холла, пропорциональному $\frac{R_{\text{ав}}}{R_{\text{в}}}$, где R —постоянная эффекта Холла, $\alpha_{\text{в}}$ —маг-

нитотермоэдс и $R_{\text{в}}$ —магнитосопротивление в исследуемом материале [4], что обуславливает отрицательный знак эффекта.

Большое количество работ посвящено исследованию влияния неоднородностей на поперечный эффект Н—Э в объемных кристаллах антимонида индия [4–7].

Наличие различного типа неоднородностей очевидно и для пленочных эпитаксиальных структур. Это дислокации в структуре пленок, неоднородное распределение примеси, свойственная эпитаксиальным пленкам слоистая неоднородность. Последняя, как известно, также приводит к появлению вихревых токов в плоскости пленки при наличии градиента температуры [8].

На рис. 1 приведены зависимости Q^+ от магнитного поля ряда исследованных образцов для некоторых температурных точек. В исследованном температурном интервале Q^+ отрицателен. Абсолютная величина эффекта, как уже указывалось [1], значительно превышает $Q_{\text{физ.}}^+$, рассчитанный для массивных образцов при данной concentra-

ции носителей заряда. Поперечный эффект Н—Э в полупроводниках в сильных магнитных полях в области примесной проводимости должен быть в обратно квадратичной зависимости от магнитного поля [9]. Величина же показателя степени при B для приведенных зависимостей меняется в пределах от $-0,6$ до $-0,9$.

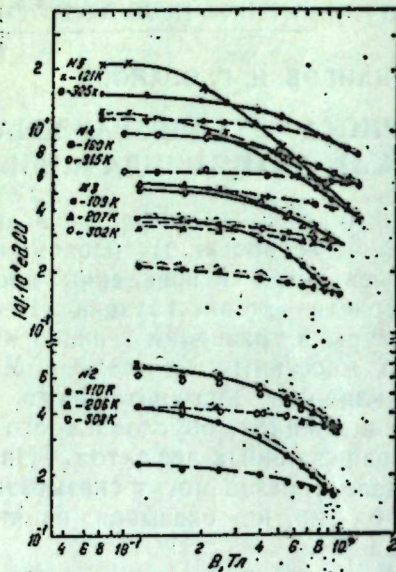


Рис. 1. Зависимость поперечного эффекта Нернста-Эттингсгаузена от магнитного поля.

Образцы: № 2 $n=2,7 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$,

$$\mu=2,00 \frac{\text{м}^2}{\text{В} \cdot \text{с}}, d=9,2 \text{ мкм};$$

№ 3 $n=3 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$, $\mu=1,78 \frac{\text{м}^2}{\text{В} \cdot \text{с}}$, $d=14 \text{ мкм}$;

№ 4 $n=7,3 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, $\mu=2,40 \frac{\text{м}^2}{\text{В} \cdot \text{с}}$,
 $d=6,2 \text{ мкм}$;

№ 5 $n=1,1 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, $\mu=4,40 \frac{\text{м}^2}{\text{В} \cdot \text{с}}$,
 $d=16,6 \text{ мкм}$.

Сплошные линии—экспериментальные данные, пунктирные—расчетные значения $Q_{\text{неод.}}^{\perp}$.

Согласно [3,10], эти факты являются следствием влияния неоднородностей на поперечный эффект Н—Э. Нами было проведено отделение физического эффекта Н—Э от эффекта неоднородностей с учетом зависимости $Q_{\text{неод.}}^{\perp}$ от магнитного поля, согласно [6].

Пунктирными линиями на рис. 1 даны зависимости $\frac{R \alpha_B}{\rho_B}$ от магнитного поля. Физический эффект Н—Э определялся как разность между $Q_{\text{изм.}}^{\perp} - Q_{\text{неод.}}^{\perp}$ во всем температурном интервале. При этом предполагалось, что эффект, обусловленный биполярной проводимостью $Q_{\text{бп.}}^{\perp}$ имеет более слабую зависимость от магнитного поля [5], чем $Q_{\text{неод.}}^{\perp}$ исследованных образцов. Расчет физического эффекта проведен в предположении, что в области достигаемых нами сильных полей ($\mu B > 1$) эффект определяется неоднородностями. Такое предположение оправдывается для обр. № 5, для которого экспериментальная зависимость $Q^{\perp}$ от B в области сильных магнитных полей совпадает с зависимостью $\frac{R \alpha_B}{\rho_B}$ от B . В остальных образцах зависимость $Q_{\text{неод.}}^{\perp}$

от B лишь приближается к экспериментальным кривым. Вследствие этого рассчитанный физический эффект $Q_{\text{физ.}}^{\perp}$ для этих образцов, видимо, несколько занижен. На рис. 2 сплошными линиями представлены экспериментальные зависимости $Q^{\perp}$ от температуры для исследованных пленок. Пунктирные линии—расчетные величины физического эффекта. На рисунке также приведена теоретическая кривая для поперечного эффекта с учетом рассеяния на ионах примеси и акусти-

ческих фононах из работы [11] для образца с концентрацией $n=2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$. Физический эффект $Q_{\text{физ.}}^{\perp}$ для исследованных пленок с близкой концентрацией носителей заряда почти совпадает с этой кривой, особенно в области низких температур. Определим величину эффективного параметра рассеяния носителей заряда в пленках. Известно, что изменение термоэдс в сильном магнитном поле $\Delta \alpha_{\infty}$ определяе-

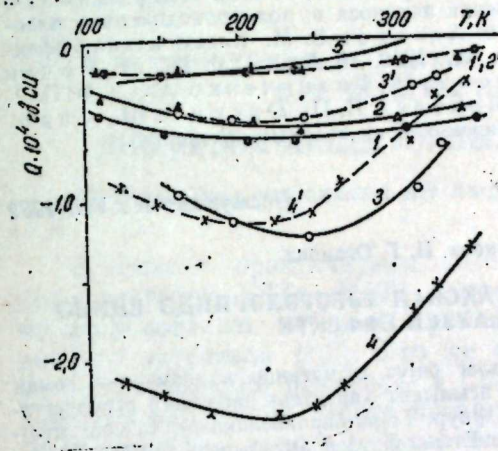


Рис. 2. Зависимость поперечного эффекта Нернста-Эттингсгаузена от температуры: кр. 1, 2, 3, 4—экспериментальные данные; 1', 2', 3', 4'—расчетные значения $Q_{\text{фаз.}}^{\perp}$ для образцов 2, 3, 4, 5 соответственно; 5—теоретическая кривая [11].

тся лишь механизмом рассеяния в полупроводнике. Согласно теоретическим представлениям [3], подтвержденным экспериментально [10], неоднородности структуры образца не должны влиять на точность определения $\Delta \alpha_{\infty}$. Для образцов 2 и 3 изменение термоэдс в сильном магнитном поле определялось графическим методом, согласно формуле

$$\Delta \alpha = \Delta \alpha_{\infty} \frac{(\mu B)^2}{1 + (\mu B)^2}$$

Параметр рассеяния для них оценивался из выражения [9]

$$\Delta \alpha_{\infty} = \frac{\kappa_0}{e} \frac{\pi^2}{3} \left(\frac{\kappa_0 T}{\zeta^*} \right) \left(r - \frac{1}{2} - \gamma \right),$$

где κ_0 —постоянная Больцмана, e —заряд электрона, $\frac{\kappa_0 T}{\zeta^*}$ —приведенный параметр, зависящий от граничной энергии Ферми ζ , γ —параметр непараболичности.

Для интервала температур 100–200 К r составил 1,35–1,37. Сравнение этих значений с эффективными параметрами рассеяния для объемных кристаллов антимонида индия [12] говорит о преобладании в пленках ионного рассеяния, обусловленного дефектностью их структуры.

Таким образом, на поперечный эффект Н—Э в эпитаксиальных пленках InSb влияют неоднородности, которые обуславливают как возникновение вихревых токов в них, так и дополнительный механизм рассеяния носителей заряда.

Авторы выражают благодарность В. Т. Игуменову за предоставленные образцы.

1. Алиев М. И., Данбэв А. З., Оганова И. Г. ДАН Азерб. ССР*, № 2, 18, 1982. 2. Herring C. J. Appl. Phys., 31, 11, 1939, 1961. 3. Кудин В. А., Мойжес Б. Я. ФТТ, 7, 8, 2309, 1965. 4. Агаев Я., Мосанов О., Исмаилов О. ФТП, 1, 8, 1169, 1967. 5. Агаев Я., Мосанов О., Исмаилов О. ФТП, 1, 6, 855, 1967. 6. Агаев Я., Мосанов О., Исмаилов О., Егемназаров Е. Изв. АН Туркм. ССР, серия. физ.-техн., хим. и геол. наук*, № 5, 17, 1975. 7. Агаев Я., Мосанов О., Исмаилов О., Егемназаров Е. Изв. АН Туркм. ССР, серия. физ.-техн., хим. и геол. наук*, № 1, 3, 1976. 8. Кравченко А. Ф., Митин В. В., Скок Э. М. Явления переноса в полупроводниковых пленках. Изд-во "Наука", Новосибирск, 1979. 9. Аскеров Б. М. Кинетические эффекты в полупроводниках. Изд-во "Наука", Л., 1970. 10. Дричко И. Л., Мочан И. В. ФТТ, 7, 11, 3260, 1965. 11. Наследов Д. Н., Филиппенко А. С., ФТП, 1, 2, 221, 1967. 12. Емельяненко О. В., Молодян И. П., Овсяк З. Ш., Сидоров В. Г. В сб.: "Полупроводниковые соединения и их твердые растворы". Изд-во "Штиинца", Кишинев, 81, 1970.

Институт физики

Поступило 31. VIII 1982

М. И. Алиев, А. З. Данбэв, И. Г. Оганова

ИНДИУМ АНТИМОНИДИНИН ЕПИТАКСИАЛ ТЭБЭГЭЛЭРИНДЭ ЕНИНЭ НЕРНСТ—ЕТТИНГЕХАУЗЕН ЕФФЕКТИ

Нернст—Еттингхаузен эффектинин мутлэг бөжүк гиймэтинин вэ хэмчинин хэмийн эффектин температур вэ магнит саһэсиндэн асылылыг характери тэбэгэнин гурулушундакы гејри-бирчинслији тэ'сир илэ изаһ олунур. Гејри-бирчинсликлэри тэ'сир мүй-јэн едилмиш вэ кестэрилишидир ки, Нернст—Еттингхаузен эмсалынын гиймэтлэри нэ-эријјэ илэ ујгундур.

М. I. Aliev, A. Z. Daibov, I. G. Oganova

THE TRANSVERSE NERNST—ETTINGSHAUSEN EFFECT IN EPITAXIAL FILMS OF INDIUM ANTIMONIDE

It is assumed that the high absolute value as well as the nature of the dependence of the transverse Nernst—Ettingshausen (N—E) effect on the temperature and magnetic field are associated with the effect exerted on it by the inhomogeneities of the film structures. The contribution of inhomogeneities is singled out, and it is shown that the values obtained for the N—E effect are close to the theoretical values.

УДК 621.315.592

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

А. В. ГОРШКОВ, Ф. А. ЗАЙТОВ, Ф. К. ИСАЕВ, Г. М. ШАЛЯПИНА,
С. Б. ШАНГИН, И. С. АСАТУРОВА

ДИФФУЗИЯ АКЦЕПТОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ В $Cd_{0.2}Hg_{0.8}Te$

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Э. Ю. Салаевым)

В связи с практическим интересом к полупроводниковому твердому раствору $CdTe-HgTe$ в последнее время появился ряд работ по исследованию влияния примесей на электрофизические свойства данного материала [1,2]. В то же время литературные данные о параметрах диффузии примесей в $Cd_xHg_{1-x}Te$ крайне немногочисленны. Поэтому настоящая работа посвящена изучению процессов диффузии меди, серебра, золота в монокристаллических образцах $Cd_{0.2}Hg_{0.8}Te$.

С этой целью методом радиоактивных индикаторов исследованы зависимости коэффициентов диффузии и поверхностной концентрации примесей от давления пара ртути и температуры. Методика подготовки образцов, проведения преддиффузионного отжига, необходимого для получения равновесной структуры точечных дефектов, и диффузионного отжига подробно описана в [3]. Продолжительность преддиффузионного отжига составляла 100 ч, диффузионного изменялась от 3 до 45 ч. Диффузионными источниками являлись напыленные на поверхность образцов радиоактивные изотопы меди ^{64}Cu , серебра ^{110}Ag , золота ^{198}Au , для регистрации излучения которых использовался счетчик с кристаллом NaJ . Концентрационный профиль распределения примесей определялся методом последовательного снятия слоев, концентрация примесей—эталоном методом. Однородность распределения диффузантов контролировалась послойной автордиографией. Коэффициенты диффузии примесей рассчитывались методом линеаризации $erfc$ -функции.

Обнаружено, что концентрационный профиль распределения примесей может быть экстраполирован двумя $erfc$ -функциями, что указывает на диффузионный перенос с быстрой и медленной составляющими. Впервые этот эффект, применительно к системе $Cd_{0.2}Hg_{0.8}Te-Ag$, наблюдался в работах [4,5]. Послойная автордиография, как правило, показывала однородное распределение изотопов меди, серебра, золота в образцах $Cd_{0.2}Hg_{0.8}Te$. Зависимости коэффициентов быстрой диффузии примесей от продолжительности отжига, характерной для диффузии по дислокациям [6], в эксперименте не наблюдалось. В связи с этим можно предположить, что быстрая и медленная диффузия примесей обусловлены действием различных механизмов миграции с участием точечных дефектов. Аналогичное явление наблюдается при самодиффузии ртути в $Cd_{0.2}Hg_{0.8}Te$ [6] и при диффузии индия в $Cd_{0.2}Hg_{0.8}Te$ [4].

Зависимости коэффициентов диффузии и поверхностных концентраций, соответствующих быстрой (D^b , N^b) и медленной (D^m , N^m) составляющим диффузионного потока от температуры при максимальном давлении пара ртути представлены в таблице. Поверхностная концентрация меди не зависит от температуры и равняется $(4 \pm 1) 10^{24} \text{ м}^{-3}$, $(5,5 \pm 2,0) 10^{25} \text{ м}^{-3}$ для быстрой и медленной диффузии, соответственно.

Зависимость коэффициентов диффузии и поверхностной концентрации примесей от температуры при максимальном давлении пара ртути:

$$D = D_0 \exp\left(-\frac{E}{\kappa T}\right); N = N_0 \exp\left(-\frac{H}{\kappa T}\right).$$

Примесь	Температурный интервал, °C	D_0 , $\text{м}^2\text{с}^{-1}$	E , эВ	N_0 , м^{-3}	H , эВ
Золото	200—400	$2,5 \cdot 10^{-12}$	0,45	$2,4 \cdot 10^{27}$	0,30
		$1,0 \cdot 10^{-5}$	0,72	$1,0 \cdot 10^{25}$	0,25
Серебро	200—450	$1,1 \cdot 10^{-11}$	0,45	$7,7 \cdot 10^{26}$	0,20
		$3,1 \cdot 10^{-5}$	0,75	$1,7 \cdot 10^{25}$	0,15
Медь	250—400	$1,1 \cdot 10^{-10}$	0,55		
		$9,1 \cdot 10^{-6}$	0,70		

Зависимости коэффициентов диффузии и поверхностных концентраций серебра и золота от давления пара ртути при $T = 300^\circ\text{C}$ представлены на рис. 1, 2, соответственно. По мере уменьшения давления

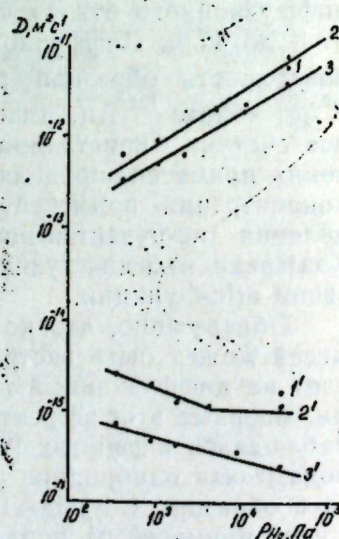


Рис. 1. Зависимость коэффициентов диффузии меди (1, 1'), серебра (2, 2'), золота (3, 3') от давления пара ртути при $T = 300^\circ\text{C}$ (1, 2, 3 — быстрая диффузия; 1', 2', 3' — медленная диффузия).

пара ртути коэффициенты медленной диффузии золота и серебра имеют тенденцию к возрастанию, и коэффициенты быстрой диффузии при этом достаточно резко уменьшаются $D^b \sim P_{\text{Hg}}^\gamma$ ($\gamma = 0,55 \div 0,65$) (рис. 1). Поверхностная концентрация исследованных примесей при уменьшении давления пара ртути возрастает $N^m \sim P_{\text{Hg}}^\alpha$ ($\alpha = -0,2 \div -$

$-0,3$) (рис. 2). Сопоставление значений поверхностных концентраций исследованных примесей (рис. 2) свидетельствует об уменьшении величины N в ряду медь—серебро—золото. Особенно сильно этот эффект проявляется для быстрой составляющей диффузионного потока. Так, например, при $T = 300^\circ\text{C}$ $N_{\text{Cu}}^b = 3 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$, $N_{\text{Ag}}^b = 9 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$, $N_{\text{Au}}^b = 6 \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3}$ (рис. 2). В то же время значения коэффициентов быстрой диффузии данных примесей очень близки (рис. 1).

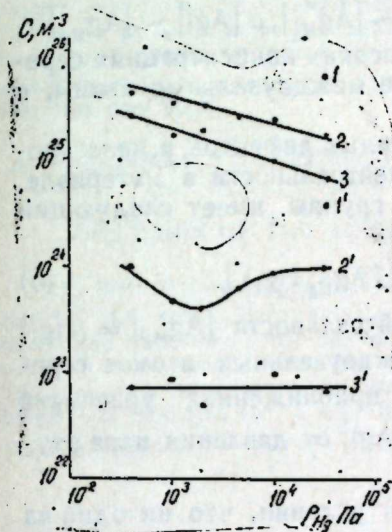
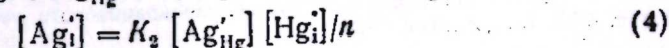
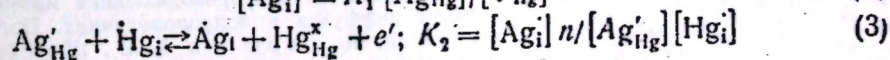
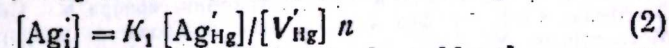
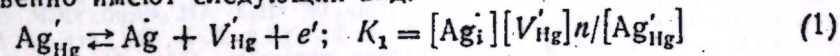


Рис. 2. Зависимость поверхностной концентрации меди (1, 1'), серебра (2, 2'), золота (3, 3') от давления пара ртути при $T = 300^\circ\text{C}$ (1, 2, 3 — медленная диффузия; 1', 2', 3' — быстрая диффузия).

Для идентификации механизмов миграции примесей необходимо сравнить найденные в работе значения энергии активации диффузии с энергией активации самодиффузии по междоузельному (E_i) и вакансионному (E_v) механизмам миграции, а также сопоставить зависимости от давления пара ртути коэффициентов диффузии примесей и дефектов, участвующих в диффузионном переносе. Согласно данным работы [7], величина E_i равна $0,3 \div 0,5$ эВ, а E_v — 1,4 эВ. Величины энергии активации медленной диффузии меди, серебра, золота близки к значению E_i . Однако мы считаем, что эти примеси являются примесями замещения, вследствие чего прямой междоузельный механизм в данном случае невозможен. Поэтому представляется целесообразным рассмотреть диссоциативный и «эстафетный» механизмы миграции, при которых основной вклад в растворимость дают узельные, а в диффузию — междоузельные атомы примеси. Применительно к серебру квазихимические реакции, описывающие данные механизмы, соответственно имеют следующий вид:



Поскольку $[\text{Hg}_i][\text{V}'_{\text{Hg}}] = K_F$ (где K_F — константа Френкеля), то из уравнений (2, 4) следует, что для обоих механизмов миграция зависимости

концентрации междоузельных атомов примеси, определяющих диффузионный перенос, от давления пара ртути, полностью идентичны. Поэтому на основании анализа зависимости D (P_{Hg}) различить указанные механизмы миграции не представляется возможным.

При записи уравнений (1,3) предполагалось, что междоузельные атомы серебра не являются нейтральными Ag_i^+ , а имеют положительный заряд Ag_i . Это обусловлено более резкой концентрационной зависимостью Ag_i по сравнению с Ag_i^+ . (Например, при уравнении электронейтральности $[\text{Ag}'_{\text{Hg}}] = [\text{Hg}_i] - [\text{Ag}_i^+] \sim [\text{Ag}'_{\text{Hg}}], a [\text{Ag}_i] \sim [\text{Ag}'_{\text{Hg}}]^3$). Поэтому можно предположить, что при высоких концентрациях серебра преобладающими являются заряженные междоузельные атомы, а при низких — нейтральные.

Согласно данным о концентрации точечных дефектов в нелегированном $\text{Cd}_{0.2}\text{Hg}_{0.8}\text{Te}$ [7] уравнение электронейтральности в материале, легированном акцепторными примесями 1 группы, имеет следующий вид:

$$[\text{Ag}'_{\text{Hg}}] = [\text{Hg}_i] + 2 [\text{Hg}_i'] = [(\text{Ag}_{\text{Hg}} \text{Hg}_i)'] \quad (5)$$

При приближенном уравнении электронейтральности $[\text{Ag}'_{\text{Hg}}] = [\text{Hg}_i]$ концентрация однократно заряженных междоузельных атомов серебра пропорциональна P_{Hg}^{-1} , при остальных приближениях уравнений ($[\text{Ag}'_{\text{Hg}}] = 2 [\text{Hg}_i']$; $[\text{Ag}'_{\text{Hg}}] = [(\text{Ag}_{\text{Hg}} \text{Hg}_i)']$) $[\text{Ag}_i]$ от давления пара ртути не зависит.

Точный вид зависимости $[\text{Ag}_i]$ (P_{Hg}) при условии, что ни один из членов уравнения 5 не является преобладающим, установить невозможно. Однако величина $[\text{Ag}_i]$ будет при этом возрастать с уменьшением давления пара ртути, что соответствует экспериментально наблюдаемой зависимости (рис. 1).

Таким образом, наблюдаемые в эксперименте зависимости коэффициентов медленной диффузии меди, серебра, золота от давления пара ртути и температуры могут быть объяснены с позиции диссоциативного или эстафетного механизмов миграции.

Литература

1. Johnson S., Schmitt J. L. Doping Properties of Selected Impurities in $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$. J. Electr. Mater., 1977, v. 6, № 1, p. 23. 2. Capper P. The Behaviour of Selected Impurities in $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$. J. Cryst. Growth, 1982, v. 57, № 2, p. 280.
3. Зантов Ф. А., Горшков А. В., Шаляпина Г. М. Самодиффузия ртути и структура дефектов в теллуриде ртути. ФТТ, 1978, т. 20, № 6, с. 1601.
4. Горшков А. В., Зантов Ф. А., Исаев Ф. К., Шаляпина Г. М. Двухточный механизм миграции индия и серебра в $\text{Cd}_{0.2}\text{Hg}_{0.8}\text{Te}$. «Изв. АН Азерб. ССР, серия, физ.-мат. и техн. наук», 1982, № 6, с. 97—99.
5. Зантов Ф. А., Горшков А. В., Шаляпина Г. М., Шангин С. Б. Диффузия серебра в $\text{Cd}_{0.2}\text{Hg}_{0.8}\text{Te}$. Тез. докл. V Всесоюз. конф. по физ.-хим. основам легирования полупроводниковых материалов. Металлургия, М., 1982, с. 85.
6. Атомная диффузия в полупроводниках. Под. ред. Б. Шоу. Мир, М., 1975, 684.
7. Зантов Ф. А., Горшков А. В., Шаляпина Г. М. Модель дефектной структуры полупроводникового твердого раствора CdTe — HgTe . ФТТ, 1979, т. 21, с. 192.

АМИ им. Н. Нариманова

Поступило 29. IX 1983

А. В. Горшков, Ф. А. Зантов, Ф. К. Исаев, Г. М. Шаляпина,
С. Б. Шангин, И. С. Асатурова

$\text{Cd}_{0.2}\text{Hg}_{0.8}\text{Te}$ ЖАРЫМКЕЧИРИЧИСИНДЭ АКСЕПТОР АШГАРЛАРЫНЫҢ ДИФФУЗИЯСЫ

Мәгәләдә мис, күмүш вә ызыл ашгарларының $\text{Cd}_{0.2}\text{Hg}_{0.8}\text{Te}$ монокристаллик нүмунәләриндә радиоактив индикаторлар үсүлү нәз диффузиясы тәдҗиги едилир. Ашгарларын пәзләймәсинин концентрасия профили ики ерҗе-функциясы нәз тәсвир едилир ки, бу да диффузияның сүрәтли вә тәдҗичән баш верән инсәләрдән ибарәт олдуғуну көстәрир. Ишдә диффузия вә ашгарларын сәтһ концентрасиясының чивә бухарының тәзҗигиндән вә температурдан асылылыгы алынмышдыр. Субут едилимишдир ки, мис, күмүш вә ызыл ашгарларының $\text{Cd}_{0.2}\text{Hg}_{0.8}\text{Te}$ нүмунәләриндә тәдҗичән диффузиясы Јерләјишмәнин (миграцияның диссоциатив вә Јахуд эстафет механизм ләри үзрә баш верир.

A. V. Gorshkov, F. A. Zaitov, F. K. Isayev, G. M. Shalyapina, S. B. Shangin,
I. S. Asaturova

DIFFUSION OF THE ACCEPTOR ADMIXTURES IN $\text{Cd}_{0.2}\text{Hg}_{0.8}\text{Te}$

The diffusion of copper, silver and gold in $\text{Cd}_{0.2}\text{Hg}_{0.8}\text{Te}$ single crystals is studied by the radioactive indicator method. The concentration profile of admixture distribution is described by use of two erfc-functions. It shows the diffusion with rapid and slow components. The dependences of diffusion coefficients and surface admixture concentrations upon the mercury vapour pressure and temperature are obtained. It is shown that a slow diffusion of copper, silver and gold in $\text{Cd}_{0.2}\text{Hg}_{0.8}\text{Te}$ occurs with the dissociative or relay-race mechanism of migration.

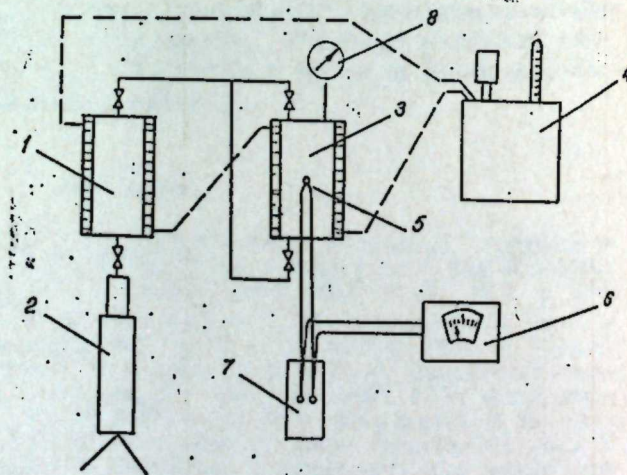
Ф. Г. ВЕЛИЕВ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА*

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР А. Х. Мирзаджанзаде)

Исходя из кинетической теории фазовых превращений и модели гетерофазных флуктуаций Я. И. Френкеля [1], еще до начала фазового перехода $a \rightarrow b$, фаза a уже содержит зародыши фазы b в виде пузырьков пара или капелек жидкости и т. д. Обнаружение этих зародышей и следовательно доказательство возможности гетерофазных флуктуаций в термодинамически устойчивой фазе в непосредственной близости от точки перехода связано с определенными экспериментальными трудностями ввиду относительно малого количества образующихся зародышевых центров. Однако по Я. И. Френкелю, возникновение зародышей новой фазы в пределах существующей, вблизи критической точки перехода можно доказать и косвенным путем, на основе так называемых „предпереходных“ явлений. Так, в непосредственной близости от критической точки, по мере приближения к ней возможно аномальное увеличение теплоемкости и коэффициента термического расширения.

Рис. 1. Схема экспериментальной установки.



Проведена экспериментальная работа по обнаружению „предпереходных“ явлений в газожидкостных системах вблизи критической точки, соответствующей давлению насыщения.

* Работа выполнена под руководством А. Х. Мирзаджанзаде.

Основные элементы экспериментальной установки показаны на рис. 1, где, 1—бомба РВТ, 2—система ручного и автоматического гидравлических прессов, 3—контейнер для исследуемой системы, 4—термостат типа СЖМЛ-16/2,5, 5—термодатчик системы хромель—копель, 6—потенциометр типа Р-361/1 с классом точности 0,001, состоящего из фотоэлектрического усилителя, автокомпенсатора и стабилизатора напряжения; 7—образцовый манометр с классом точности 0,2. Температура холодных спаев поддерживалась постоянной (0°C), для чего места спая погружались в пробирки с маслом, которые в свою очередь помещались в сосуд Дьюэра [8] с тающим льдом.

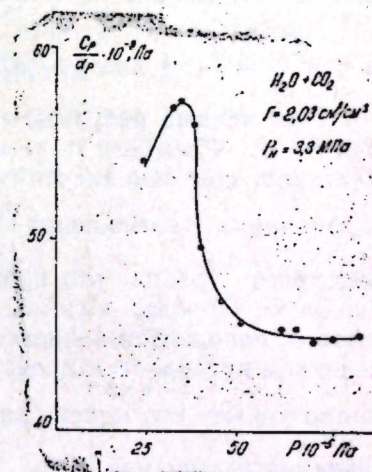


Рис. 2. Зависимость отношения удельной изобарной теплоемкости и коэффициента термического расширения от давления для газожидкостной системы вода+углекислый газ.

По известной методике производилась рокомбинция газожидкостных систем с различными значениями давления насыщения P_n . Были рассмотрены системы нефть+природный газ и вода+углекислый газ.

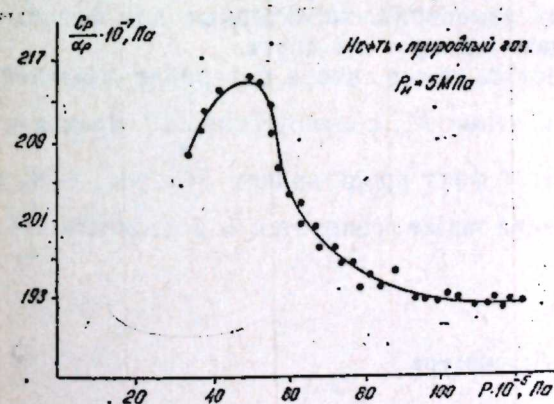


Рис. 3. Зависимость отношения удельной изобарной теплоемкости и коэффициента термического расширения от давления для газожидкостной системы нефть+природный газ.

Начиная с некоторого значения давления P (намного выше P_n) производился быстрый ступенчатый спуск давления ΔP (шаг ΔP — не более 0,5 МПа), в темпе обеспечивающего адиабатичность процесса [2] и при этом измерялось соответствующее изменение температуры $T - T_0$.

Для обратимых адиабатических процессов известно следующее термодинамическое соотношение [3]:

$$\alpha T = T \frac{\alpha_p}{C_p} dP, \quad (1)$$

где $\alpha_p = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$ — коэффициент теплового расширения; C_p — удельная объемная изобарная теплоемкость.

Зная ΔP и ΔT , исходя из выражения (1), определялось соотношение $\frac{C_p}{\alpha_p}$. На рис. 2, 3 приводятся полученные характерные зависимости $\frac{C_p}{\alpha_p} = f(P)$ для рассмотренных газожидкостных систем.

Полученные результаты согласуются с основными выводами теории Я. И. Френкеля о гетерофазных флуктуациях. Как видно из рисунков, еще при значениях давления, существенно превышающих P_n значение соотношения $\frac{C_p}{\alpha_p}$ начинает возрастать, причем до определенного уровня это происходит по кривой, близкой к экспоненциальной. Отсюда, видимо, можно предположить, что распределение газовых зародышей в жидкой фазе в зависимости от давления в определенном интервале P происходит согласно распределению Больцмана. Видно также, что максимальное значение $\frac{C_p}{\alpha_p}$ соответствует значению давления насыщения P_n .

Очевидно, что в полученных фазовых переходах, наряду с изменением плотности, которое характерно для фазового перехода I рода, происходит также изменение C_p , α_p , что соответствует фазовому переходу II рода. Это говорит о том, что в гетерогенных, многокомпонентных системах, в отличие от моноуглеводородов, возможны переходные процессы, при которых изменения, характерные для фазовых переходов I и II рода накладываются друг на друга.

Из рис. 2, 3 нетрудно заметить также, что в интервале давлений, существенно превышающих значения P_n , соотношение $\frac{C_p}{\alpha_p}$ практически остается постоянным. Этот факт представляет интерес, т. к. в известном законе Э. Грюнайзена также говорится о постоянстве $\frac{C_p}{\alpha_p}$, но только для металлов.

Литература

1. Френкель Я. И. Кинетическая теория жидкостей, 592. "Наука", Л., 1975.
2. Валиев Ф. Г., Ибишова Б. Г. ДАН Азерб. ССР, т. XXXVI, 11, 31, 1980. 3.
- Базаров И. П. Термодинамика, 447. М., 1976.

ФАЗА КЕЧИДИ КИНЕТИКАСЫНЫН ЭКСПЕРИМЕНТАЛ ТЭДГИГИ

Тәҗрүбә оларак мۆәјјәм едилмишдир ки, газ-маје системләриндә тәзјигини гјјмәти дојма тәзјигинә јакышлашдыгча хусуси изобар истилик тутумунун термик кенишләнмә әмсалына нисбәти тәдриҗән артыр вә дојма тәзјигиндә максимум гјјмәтә чатыр.

F. G. Veliev

THE EXPERIMENTAL STUDY OF THE KINETICS OF THE PHASE CONVERSION

The work adduces the results of experimental studies of the specific heat at constant pressure-thermal expansion coefficient ratio $\left(\frac{C_p}{\alpha_p} \right)$ dependence of pressure, for the gas-liquid mixture, near the maximum vapour pressure.

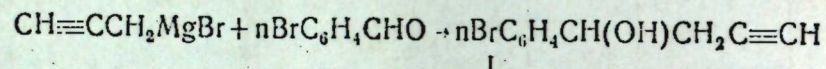
ХАБИБ РАХМАН ТУХИ, С. Ф. КАРАЕВ, Ш. О. ГҮСЕЙНОВ, чл.-корр.
М. М. МОВСУМЗАДЕ

1-*n*-БРОМФЕНИЛ-3-БУТИН-1-ОЛ И ЕГО ПРОИЗВОДНЫЕ

Спирты, содержащие ацетиленовую связь в β -положении к гидроксильной группе и их некоторые производные нередко обнаруживают широкий спектр фармакологической активности [1—5]. Поэтому поиск и нахождение путей получения, а также изучение химического поведения неизвестных ранее терминальных β -ацетиленовых спиртов является необходимым этапом направленного синтеза веществ с регулируемыми полезными свойствами.

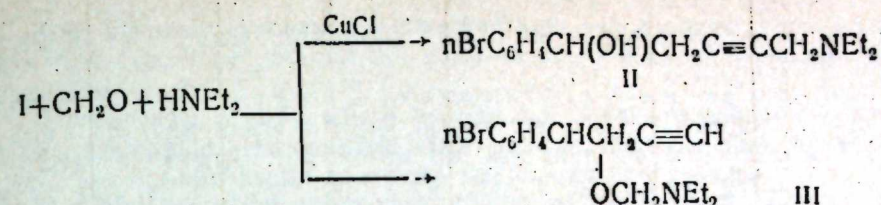
В настоящем сообщении приводятся результаты синтеза и превращений 1-*n*-бромфенил-3-бутин-1-ола (I).

Спирт (I) получен с выходом 46 % взаимодействием реактива Гриньяра из пропаргилбромидов с *n*-бромбензальдегидом в сухом диэтиловом эфире.

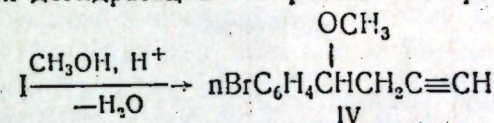


Строение синтезированного соединения доказано спектральными данными и подтверждено элементарным анализом. В ИК-спектре спирта (I) имеются интенсивные полосы поглощения этильной (2135 и 3302 cm^{-1}) и гидроксильной (3400—3520 cm^{-1} широкая) групп, а также 1,4-дизамещенного бензольного кольца (3030, 1586, 1082, 1025, 845, 1880 cm^{-1}). Спектр ПМР соединения (I) состоит из пяти групп сигналов. Триплет с химическим сдвигом при δ 1,8 м. д. вместе с квинтетами при 2,33 и 4,33 м. д., в соответствии с имеющимися корреляциями [6], характерен для фрагмента $\text{CH}\equiv\text{CCH}_2\text{CH}$ —вторичных пропаргилкарбинолов. Сигнал гидроксильного протона проявляется в виде четкого синглета с химическим сдвигом при 3,37 м. д., а протоны ароматического кольца образуют в спектре мультиплет с центром при 7,0 м. д. Интегральная интенсивность сигналов протонов (1:2:1:1:4) находится в согласии с выполненным отношением их.

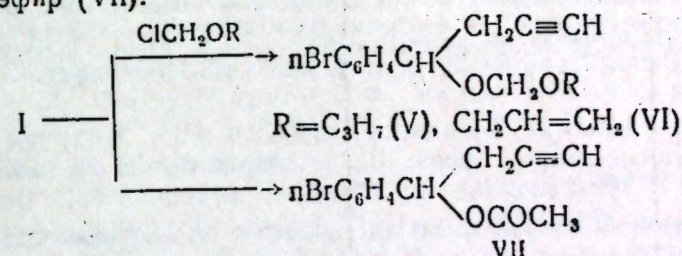
Химическое поведение спирта (I) изучено нами в реакциях замещения ацетиленового и гидроксильного атомов водорода, в также в реакциях присоединения к тройной связи. Установлено, что в растворе диоксиана взаимодействие спирта (I) с аминометилирующей „парой“ параформ—диэтилами протекает с участием ацетиленового атома водорода, в случае проведения реакции в присутствии катализаторского количества CuCl , и с участием H-атома гидроксильной группы—в отсутствие катализатора.



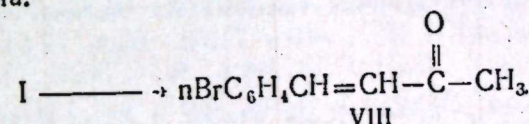
При реакции спирта (I) с метанолом в кислой среде происходит межмолекулярная дегидратация с образованием простого эфира.



α -хлорметилвые эфиры взаимодействуют со спиртом (I) в присутствии *N,N*-диметиланилина в смешанной формали (V, VI). В схожих условиях ацетилхлорид реагирует со спиртом (I), образуя сложный эфир (VII).



Гидратация спирта (I) в присутствии окиси ртути и серной кислоты приводит к образованию продукта перегруппировки- α , β -непредельного кетона.



Подобное явление наблюдалось в этих условиях ранее [7], при изучении процесса кислотно-каталитической гидратации аналога спирта (I) 1-*n*-метоксифенил-3-бутин-1-ола. Есть основание [8] предполагать, что такая перегруппировка протекает через альтернативно-последовательные акты дегидратации—гидратации.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

ИК-спектры веществ в микрослое сняты на спектрометре UR=20. Спектр ПМР 20%-ных растворов соединений в CCl_4 записаны на приборе Варьян Т-60. Внутренний стандарт—тетраметилсилан.

1-*n*-бромфенил-3-бутин-1-ол (I). К охлажденному (0—5°C) и перемешиваемому бромистому пропаргилмагнию (полученному из 24 г магния и 119 г пропаргилбромидов в 300 мл абсолютного эфира в присутствии следов сулемы) добавляли 130 г *n*-бромбензальдегида. Смесь кипятили 2 ч и разлагали подкисленной водой. После обычной обработки, перегонкой в вакууме выделено 65 г (41 %) вещества (I) с т. кип. 121—123° (2 мм) d_4^{20} 1,4282, n_D^{20} 1,5826, M_R 50, 99, выч. 51,85,

найд., %: С 53,04, Н 3,92, Вг 35,13. $C_{10}H_9OBr$. Выч., %: С 53,36 Н 4,03, Вг 35,50.

1-*n*-бромфенил-4-диэтиламино-3-пентин-1-ол (II). Получен из 9 г спирта (I), 1,8 г параформа, 3,5 г диэтиламина, 0,4 г хлористой меди и 80 мл диоксана по методу [5]. Выход 6,5 г (52 %), т. кип. 170—172° (2 мм), d_4^{20} 1,3072, n_D^{20} 1,5615, M_{RD} 76,94, выч. 77,96, найд., %: С 57,97, Н 6,01, Вг 4,05. $C_{15}H_{20}OBrN$. Выч., %: С 58,07, Н 6,49, N 4,51. ИК-спектр: 2240 cm^{-1} ($C\equiv C$). Аналогично (в отсутствие катализатора $CuCl$) получен 4-*n*-бромфенил-5-окса-6-диэтиламино-1-гексин (III). Выход—45 %. Т. кип. 139—141° (2 мм), d_4^{20} 1,3067, n_D^{20} 1,5780, M_{RD} 78,79, выч. 79,15. Найдено, %: С 57,92, Н 6,04, N 4,11. $C_{15}H_{20}OBrN$. Выч., %: С 58,07, Н 6,49, N 4,51. ИК-спектр: 2140, 3305 cm^{-1} ($C\equiv CH$).

4-*n*-бромфенил-5-окса-1-гексин (IV). Получен из 5 г спирта (I), 1,3 г метанола и 2 мл 20 %-ного раствора H_2SO_4 в условиях метода [10]. Выход—3,2 г (60 %), т. кип. 120—121° (3 мм), d_4^{20} 1,4034, n_D^{20} 1,5730, M_{RD} 56,16, выч. 56,76. Найд., %: С 55,02, Н 4,23, Вг 33,13. $C_{11}H_{11}OBr$. Выч., %: С 55,23, Н 4,64, Вг 33,40. ИК-спектр: 2140, 3310 cm^{-1} ($C\equiv CH$).

4-*n*-бромфенил-5,7-диокса-1-децин (V). Получен из 1,68 г α -хлорметилпропилового эфира, 3,5 г спирта (I), 35 мл абсолютного эфира и 1,5 г триэтиламина по обычной методике [9]. Выход—3 г (64 %), т. кип. 124—126° (1 мм), d_4^{20} 1,3185, n_D^{20} 1,5488, M_{RD} 71,69, выч. 72,49. Найд. %: С 56,28, Н 5,43, Вг 26,39. $C_{14}H_{17}O_2Br$. Выч., %: С 56,58, Н 5,76, Вг 26,89. ИК-спектр: 2140, 3310 cm^{-1} ($C\equiv CH$), 1040—1160 cm^{-1} ($C-O-C-O-C$). Аналогично получены: 4-*n*-бромфенил-5,7-диокса-9-ен-1-децин (VI). Выход—40 %. Т. кип. 118—120° (3 мм), d_4^{20} 1,3398, n_D^{20} 1,5583, M_{RD} 71,05. Выч. 72,01. Найд., %: С 56,75, Н 4,96, Вг 26,89. $C_{14}H_{15}O_2Br$. Выч., %: С 56,97, Н 5,12, Вг 27,07. ИК-спектр: 1650 cm^{-1} ($C=CH_2$), 2140, 3315 cm^{-1} ($C\equiv CH$) 4-*n*-бромфенил-5-окса-6-оксо-1-гептин (VII). Выход—56 %. Т. кип. 122—124° (1 мм), d_4^{20} 1,3907, n_D^{20} 1,5570, M_{RD} 61,83, выч. 61,38. Найд., %: С 53,66, Н 4,05, Вг 29,79. $C_{12}H_{11}O_2Br$. Выч., %: 53,96, Н 4,15, Вг 29,91. ИК-спектр: 1740 cm^{-1} ($-C=O-$).



4-*n*-бромфенил-3-бутен-2-он (VIII). Получен в условиях метода [7] из 0,65 г красной окиси ртути, 1 мл концентрированной H_2SO_4 , 24 мл воды и 10 г спирта (I). Выход—4,5 г (45 %). Т. кип. 134—136° (2 мм), d_4^{20} 1,4369, n_D^{20} 1,5850, M_{RD} 52,49, выч. 51,95. Найд., %: С 53,18, Н 3,88, Вг 35,20. $C_{10}H_9OBr$. Выч., %: С 53,36, Н 4,03, Вг 35,50. ИК-спектр: 1660 и 1628 cm^{-1} ($C=C-C=O$).

Выводы

1. Взаимодействие пропаргилмагнийбромида с *n*-бромбензальдегидом приводит к образованию неизвестного ранее 1-*n*-бромфенил-3-бутин-1-ола (I).

2. Под влиянием серной кислоты из спирта (I) и метанола в результате межмолекулярной дегидратации образуется простой эфир.

3. В растворе диоксана в присутствии $CuCl$ спирт (I) C_{sp} -аминометируется, в отсутствие же соли меди—происходит О-аминометилирование.

4. Реагенты с подвижным атомом хлора (ацетилхлорид, α -хлорэфиры) реагируют со спиртом (I) в присутствии аминов, давая продукты замещения атома водорода гидроксильной группы.

5. В условиях кислотно-каталитической гидратации спирт (I) перегруппировывается в изомерный α , β -енон.

Литература

1. Schulte K. E., Rücker G. Fortschritte der Arzneimittelforschung, 19 0, 14, S. 387.
2. Ehrhart G. E., Ruschig H. Arzneimittel Weinheim Verl. Chemie, 1972, v. 2, S. 87.
3. Караев С. Ф., Вихляев Ю. И., Клыгуль Г. А., Шихиев Н. А. «Азерб. мед. ж.», 1971, № 5, с. 19.
4. Караев С. Ф., Вихляев Ю. И., Гусейнов Д. Я. «Азерб. мед. ж.», 1973, № 5, с. 16.
5. Караев С. Ф., Мовсумзаде М. М., Агамирзоев Н. А. «Азерб. хим. ж.», 1975, № 4, с. 42.
6. Караев С. Ф. «ДАН Азерб. ССР», 1977, 33, № 4, с. 43.
7. Караев С. Ф., Мовсумзаде М. М., Агамирзоев Н. А. ЖОрХ, 1975, с. 11, № 3, с. 654.
8. Караев С. Ф., Сафаров Р. Г. Всесоюз. конф. памяти А. Е. Фаворского «Развитие органического синтеза на основе изучения общих закономерностей и механизмов реакций органической химии». Тез. докл., 1980, с. 3.
9. Покрнова Ю. В. Галопдэфиры. Химия, М.—Л., 1966.
10. Караев С. Ф., Алиев А. К., Джафаров Д. С., Аскеров М. Э. ЖОрХ, 1982, т. 18, вып. 4, с. 807.

АзИНЕФТЕХИМ им. М. Азизбекова

Поступило 1. VII 1982

Набиб Рахман Тухи, С. Ф. Караев, Ш. О. Гусейнов, М. М. Мовсумзаде

1-*n*-БРОМФЕНИЛ-3-БУТИН-1-ОЛ ВЭ ОНУН ТӨРЭМЭЛЭРИ

Пропаргилмагнезиумбромида *n*-бромбензальдегиди гаршылыгы тәсири, эввалләр мәлум олмажан 1-*n*-бромфенил-3-бутин-1-олун алынмасына кәтириб чыхарыр. Алынмыш асетилеи спиртини реаксия маркәзләрини иштиракы илә бир сыра чеврилмәләр апарылмышдыр.

Habib Rahman Tokhi, S. F. Karaev, Sh. O. Guseinov, M. M. Movsumzadeh

1-*p*-BROMOPHENYL-3-BUTIN-1-OL AND ITS DERIVATIVES

By interacting of propargyl magnesium bromide with *p*-bromobenzaldehyde, 1-*p*-bromophenyl-3-butin-1-ol, previously unknown, was obtained. Some conversions involving the reactive centres of this acetyl alcohol were conducted.

УДК 553.66 (479.24)

П. С. ГАВРИЛЮК, А. А. МАГРИБИ, А. М. АГАКИШНЕВ

О СЕЛЕНО- И ТЕЛЛУРОНОСНОСТИ ХАЛЬКОПИРИТА В МЕДНЫХ РУДАХ КЫЗЫЛБУЛАГСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (МАЛЫЙ КАВКАЗ)

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

Широкое внедрение редких элементов в современную технику как в индивидуальном виде, так и в сочетании с другими элементами ставит принципиально новые задачи перед геологическими исследованиями в связи с необходимостью изучения закономерностей образования и распределения этих элементов с целью поисков их новых источников.

Промышленно важными элементами, практическое применение которых постоянно расширяется, являются селен и теллур, получившие особенно широкое применение в полупроводниковой электронике. Исследования азербайджанских ученых, возглавляемых Г. Б. Абдуллаевым, совместно с другими научными центрами СССР, позволили выявить уникальные особенности селенового полупроводника и широкие возможности применения селена в ряде других областей науки и техники, в частности в биологии и медицине [1].

Характерным для селена и теллура является нахождение их преимущественно в виде изоморфной примеси в сульфидных минералах различных типов месторождений, которые служат одним из основных источников получения этих элементов. Значительное распространение имеют месторождения сульфидных руд в пределах азербайджанской части Малого Кавказа, однако степень изученности селено- и теллуриноносности этих, в общем довольно детально изученных месторождений, далеко не достаточная. В результате прежних исследований были получены данные о наличии селена и теллура в рудах и минералах отдельных месторождений [4, 7, 8, 12, 13]. Наиболее детально вопросы геохимии этих элементов затронуты в серноколчеданных месторождениях северо-восточной части Малого Кавказа в работах Г. Х. Эфендиева и др. [12, 13], в которых рассматривается распределение селена и теллура в зависимости от последовательности минералообразования.

При минералого-геохимических исследованиях некоторых сульфидных месторождений и рудопоявлений Сомхито-Агдамской и Севано-Карабахской структурно-формационных зон нами впервые установлено аномально высокое содержание селена в халькопирите из медных руд Кызылбулагского месторождения, которое на современной стадии изученности является как по масштабам, так и по качественной характеристике наиболее интересным среди других меднорудных проявлений Малого Кавказа.

Структурное положение месторождения определяется приуроченностью его к северо-западной части Мартунинского синклинали в системе Севано-Карабахской структурно-формационной зоны. Рудовмещаю-

щими породами являются верхнебайосские лавово-пирокластические образования липарит-дацитового и дацитового состава, прорванные дайками андезито-базальтов. Оруденение контролируется разломом меридионального направления, ограничивающим его с запада, и приурочено к блоку сильно раздробленных пород.

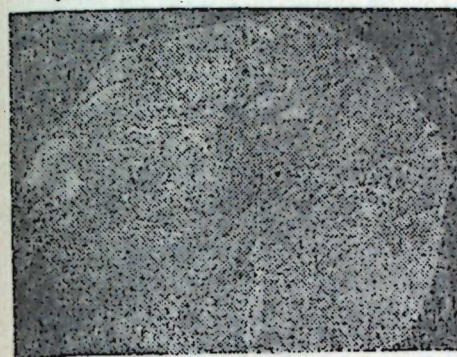


Рис. 1. Медноколчеданная руда вкрапленного типа с прожилком кварца (темно-серое) и гнездами кальцита (белое). Полированный штуч 1605. Натуральная величина.

Рудные залежи месторождения представлены неправильными по форме телами и сравнительно мелкими линзами, не имеющими резких границ с боковыми породами. Наблюдается обычно постепенный переход от рудных тел к слабominерализованным породам. Оруденение представлено преимущественно вкрапленной и прожилково-вкрапленной минерализацией, характеризующейся неравномерным распределением руд-



Рис. 2. Прожилково-гнездообразные скопления медноколчеданной руды (светло-серое). Штуч 321. Натуральная величина.

ных минералов во вмещающих породах (рис. 1). Значительное развитие имеют гнездообразные скопления руд, возникающие в местах раздувов трещин или в узлах пересечения прожилков различного направления (рис. 2). Встречаются участки брекчированного кварцита, сцементированного скоплениями сульфидов.

Руды месторождения являются существенно медно-колчеданного состава. Минералогические исследования позволяют выделить четыре основные парагенетические минеральные ассоциации (в порядке последовательности их отложения): 1) кварц-пиритовую, 2) кварц-пирит-халькопиритовую, 3) кварц-сфалерит-галенитовую, 4) кварц-карбонатную. Основной продуктивной минеральной ассоциацией является вторая кварц-пирит-халькопиритовая стадия. Рудные минералы составляют до

70—75% от общего объема руды. Превалирующим в составе руд является халькопирит, составляющий основу рудной массы. Содержание его по данным подсчета площадей отдельных минералов под микроскопом колеблется от 5—10 до 70—75%, составляя в среднем 28,9%. Среди халькопирита неравномерно распределены сфалерит, галенит, блеклая руда, борнит.

Пробы для исследований отбирались по подземным горным выработкам на двух горизонтах и буровым скважинам пунктирно-бороздовым способом. Определение селена и теллура проводилось в ИМГРЭ МГ СССР, АН СССР флуориметрическим методом с 2,3-дiamiнонафталином.

Полученные результаты показывают, что селен и теллур рассеяны во всех рудообразующих минералах этого месторождения, однако концентрации их изменчивы для минералов различных стадий рудообразования. Геохимической особенностью Кызылбулагского месторождения является сравнительно высокая концентрация селена в халькопирите продуктивной кварц-пирит-халькопиритовой стадии и резкое преобладание его над теллуром. Результаты анализов 32 мономинеральных проб халькопирита выявили содержание в нем селена в пределах от 50 до 360 г/т. При этом резко преобладают пробы (72% от общего их количества) с содержанием в них селена от 125 до 360 г/т. Среднее содержание селена в халькопирите Кызылбулагского месторождения составляет 172 г/т. Содержание в нем теллура колеблется от 7 до 60 г/т, преобладают пробы (78% от общего их количества) с содержанием теллура 5—25 г/т. Среднее содержание теллура составляет 21 г/т, отношение Se/Te колеблется в пределах 3—16.

На графике зависимости содержания селена и теллура (рис. 3) фигуративные точки халькопирита образуют зону, вытянутую в направлении

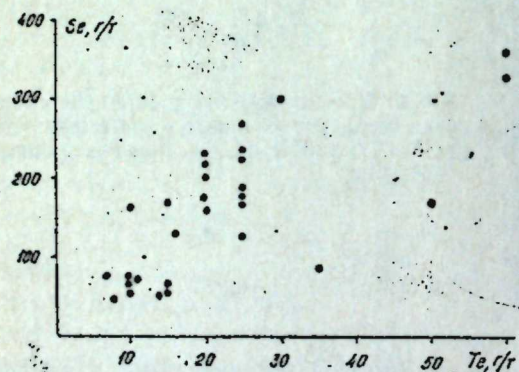


Рис. 3. Зависимость содержания селена и теллура в халькопирите Кызылбулагского месторождения.

увеличения селена. На рис. 4 показано изменение содержания этих элементов в халькопирите по простиранию рудного тела на горизонте штольни № 4.

Анализ литературных данных показывает, что кларки селена и теллура в земной коре в настоящее время не являются твердо установленными. Оценки же средних содержаний селена в халькопирите месторождений различных типов в литературе до последнего времени отсутствуют или же по отдельным регионам не вполне надежны, что обусловлено недостаточным количеством анализов. По сравнению с кларковыми значениями селена и теллура в земной коре, по А. П. Виноградову [2], пределы

концентраций этих элементов в халькопирите Кызылбулагского месторождения составляют соответственно 1 000—7 200 и 5 000—60 000.

Сопоставление результатов наших исследований с литературными данными по распределению селена и теллура в халькопирите медно-колчеданных месторождений других районов СССР показывает, что по содержанию селена они не выходят за рамки средних содержаний этого элемента в халькопирите большинства медно-колчеданных месторождений Урала, Закавказья, Северного Кавказа и Болгарии [6, 10], а по содержанию теллура близки к месторождениям Закавказья и Северного Кавказа [6].

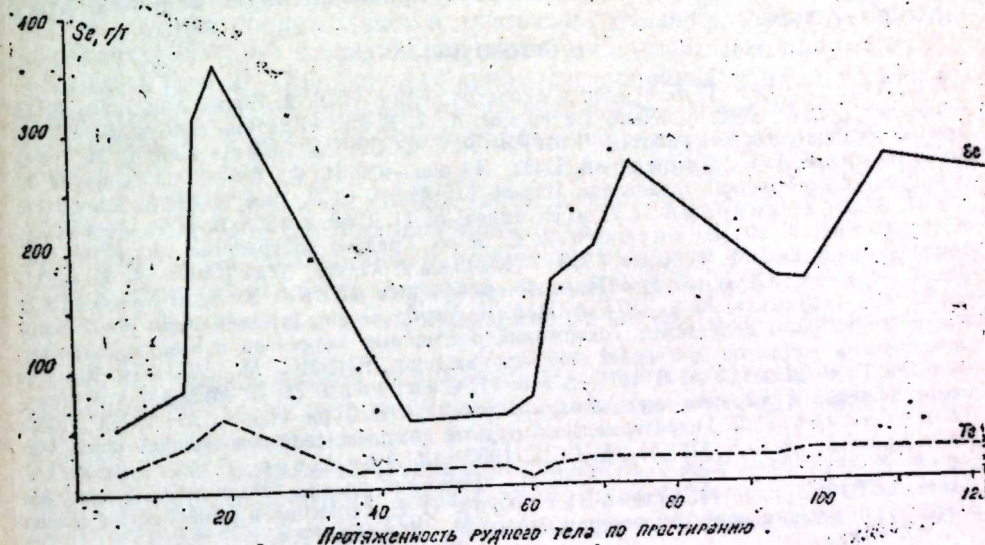


Рис. 4. Распределение содержания селена и теллура в халькопирите рудного тела на горизонте штольни 4.

По сравнению с методическими рекомендациями по минимально допустимым содержаниям рассеянных элементов в комплексных рудах цветных металлов Министерства геологии СССР [9] минимально технологически допустимые содержания в халькопирите медного производства для Кавказа составляют: селена — 4,6 г/т, теллура — 2,7 г/т, что ниже средних содержаний этих элементов в халькопирите медных руд Кызылбулагского месторождения соответственно в 37,4 и 4,7 раза.

Полученные данные о содержании селена и теллура в халькопирите и увязка их с геологическим положением изученных образцов позволяют сделать вывод, что обогащенность медных руд Кызылбулагского месторождения, особенно селеном, связана не только с общностью кристаллохимических свойств селена, теллура и их аналога — серы [11], но и с общегеологическими особенностями формирования этого месторождения. Важным фактором, оказывающим влияние на поведение селена и теллура в гидротермальном процессе, как показывают имеющиеся данные, является окислительно-восстановительный потенциал, что подтверждается также исследованиями по другим районам СССР [3, 5, 14].

Действительно, аномальные содержания селена установлены в халькопирите второй продуктивной стадии, охватывающей интервал мине-

ралообразования, характеризующийся изменением окислительного потенциала среды в сторону его увеличения и понижением температуры и давления поступающих растворов. Этому предшествовала активизация тектонических подвижек, обусловившая благоприятную структурную обстановку с трещинами-полостями и пережимами. Этот интервал рудообразующего процесса, по-видимому, и является наиболее благоприятным для образования в основном селена и в меньшей степени теллура.

Таким образом, руды Кызылбулагского месторождения, характеризующиеся наряду с другими ценными компонентами высоким содержанием селена, можно рассматривать как комплексное сырье. При наличии рациональной технологии извлечения оно может явиться сырьевой базой селена, что значительно повышает промышленную ценность этого месторождения.

Литература

1. Абдуллаев Г. Б. Селен в биологии. Баку, 1976.
2. Виноградов А. П. «Геохимия», № 7, 1962, с. 560.
3. Гармаш А. А. В кн.: «Краткие сообщения по научно-исследовательским работам ИМГРЭ АН СССР за 1959 г.», вып. 1, М., 1960.
4. Гейдаров А. С., Эфендиев Г. Х., Лапшина Н. Ф., Абдуллаева Р. С. В кн.: «Геохимия редких элементов». Изд-во АН Азерб. ССР, 1966, с. 56.
5. Дьячкова И. Б., Ходаковский И. Л. «Геохимия», № 11, 1968, с. 1358.
6. Иванов В. В., Белевитин Л. Ф., Борисенко А. С. и др. Средние содержания элементов-примесей в минералах. М., «Недра», 1973.
7. Кашкай М. А., Магриби А. А. «ДАН Азерб. ССР», т. XXXII, № 5, 1976, с. 48.
8. Мартиросян Р. А., Зульфугарлы Н. Д. «Геохимия», № 8, 1974, с. 1155.
9. Методические рекомендации по обоснованию минимально допустимых содержаний рассеянных элементов в комплексных рудах цветных металлов для целей подсчета запасов. ВИАМС, М., 1981.
10. Муталов М. Г. «Геохимия», № 5, 1977, с. 748.
11. Синдеева Н. Д. Минералогия, типы месторождений и основные черты геохимии селена и теллура. Изд-во АН СССР, 1959.
12. Эфендиев Г. Х. Гидротермальный рудный комплекс северо-восточной части Малого Кавказа. Изд-во АН Азерб. ССР, 1957.
13. Эфендиев Г. Х., Кислякова Л. Е., Зульфугарлы Н. Д. В сб.: «Геохимия редких элементов», Изд-во АН Азерб. ССР, 1966, с. 9.
14. Юшко-Захарова О. Е. Геохимия и минералогия селена и теллура в медно-никелевых месторождениях. М., «Наука», 1964.

Институт неорганической и физической химии

Поступило 19. V. 1983

П. С. Гаврилюк, Э. А. Магриби, А. М. Агакишиев

ГЫЗЫЛБУЛАГ МИС ЖАТАҒЫ ФИЛИЗИНДЭКИ ХАЛКОПИРИТИН СЕЛЕН ВӘ ТЕЛЛУРЛУЛУҒУ (КИЧИК ГАФГАЗ)

Гызылбулаг мис жатағы филизинда апарылан минералогия вә кеокимјәви тәдигатлар нәтижәсиндә мұәллифләр тәрафиндән илк дәрәғә оларағ мұәјјән едилмишдир ки, бу филизин әсасын тәшкил едән халкопирит минералынн тәркибиндә сәнәјә әһәмијәтлән селен вардыр. Жатағын филизиндә бир чох гүјмәтлән компонентләрин варлығы илә јанашы, селенин дә јүксәк фәиздә олмасы бу жатаға комплекс филиз мәнбәји кими бах-маға имкан верир.

P. S. Gavrilyuk, A. A. Magriby, A. M. Agakishiev

ON SELENIUM-TELLURIUM OF CHALCOPYRITE IN COPPER ORES OF KYZILBULAG DEPOSIT (THE MINOR CAUCASUS)

As a result of mineralogical-geochemical investigations the industrial content of selenium in chalcopyrite from copper ores of Kyzylbulag deposit is ascertained (Azerbaijan part of the Minor Caucasus).

Deposits of ores characterized side by side with the other valuable components with high content of selenium can be considered as complex raw material. In the presence of rational technology of extraction it can be the source of raw material of selenium.

ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ДЕГИДРИРОВАНИЕ МЕТИЛЦИКЛОПЕНТАНА В ПРИСУТСТВИИ АЛЮМОМЕДНОГО КАТАЛИЗАТОРА

Акад. С. Д. МЕХТИЕВ, Х. М. АЛИМАРДАНОВ, М. М. ДАМИРОВ

Каталитическое дегидрирование циклопентановых углеводородов до циклоолефинов сопровождается сильным коксообразованием, которое приводит к быстрой дезактивации активных центров используемых катализаторов [1—9]. При окислительном дегидрировании насыщенных углеводородов в присутствии кислорода активность катализаторов сохраняется в течение длительного времени. Однако сведения об окислительном дегидрировании циклопентана и его алкилпроизводных в литературе отсутствует. Имеется лишь сообщение о дегидрировании изомеров метилциклопентана до метилциклопентадиена [10].

Ранее нами сообщалось о получении изомеров метилциклопентана и метилциклопентадиена дегидрированием метилциклопентана в присутствии природного и модифицированного клиноптилолита и кислорода воздуха [11].

В настоящей работе приведены результаты исследования реакции окислительного дегидрирования метилциклопентана (МЦП) над алюмомедным катализатором.

Исходный метилциклопентан был получен гидрированием смеси изомеров метилциклопентана; физико-химические константы соответствовали литературным данным [12]. Методика приготовления катализатора и проведения опытов описана в [13].

Анализ жидких продуктов реакции проводили на хроматографе с пламенно-ионизационным детектором на колонках с триэтиленгликолем эфиром норм. масляной кислоты (10 масс % на ИНЗ-600) и β, β'-оксидипропионитрилом (10 масс % на ТЗК). Газофазные продукты контролировали хроматографическим методом и на аппарате ОРСа. При окислительном дегидрировании МЦП образуются в основном изомеры метилциклопентана (МЦПЕ) и метилциклопентадиена (МЦПД). Побочными продуктами реакции являются углеводороды C₁—C₅ и углекислый газ. Кроме того, в контактном газе содержались водород и кислород. ИК-спектроскопический анализ жидкого катализата показывает на отсутствие в нем кислородсодержащих продуктов неполного окисления МЦП.

Результаты, полученные при дегидрировании МЦП на алюмомедном катализаторе, содержащем 10—40 масс % окиси меди, приведены в табл. 1.

Сравнение количества поступающих и выходящих из реактора углеводородов показало, что часть продуктов прочно хемосорбируется на поверхности катализатора, что приводит к изменению его окраски на определенных участках. Известно, что при окислительном дегидрировании изопентанов на CuO реакция минует стадию хемосорбции исходного продукта [14]. Однако бутадиев образует прочный π-комплекс с ионом одновалентной меди [15]. Специальные опыты, проведенные нами, показали,

что на поверхности $\text{CuO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ прочный комплекс образует метилциклопентадиен.

Из табл. 1 видно, что качественный состав катализаторов примерно одинаков. С повышением температуры и уменьшением объемной скорости

Таблица 1

Состав катализатора при окислительном дегидрировании метилциклопентана на алюмомедном катализаторе (скорость подачи воздуха—0,1 л/мин)

Т-ра, °C	Объ. ск., ч ⁻¹	Содержание CuO в катализаторе, масс. %	Уд. поверхность, м ² /г	Выход катализатора, масс. %	Содержание продуктов превращения МЦП в катализаторе, масс. %				
					С ₅ -циклоолефины	изомеры МЦП-ена	МЦП-диены	бензол	толуол
450	0,5	10,0	186	95,0	1,7	6,6	0,5	1,0	—
480	0,5	—	—	91,2	2,4	8,8	0,8	2,7	—
510	0,5	—	—	89,6	2,4	11,9	1,2	3,6	—
540	0,5	—	—	83,7	3,7	15,0	3,1	9,0	—
570	0,5	—	—	76,0	6,8	19,3	6,3	17,5	—
600	0,5	—	—	62,5	6,4	25,6	7,1	23,4	2,9
630	0,5	—	—	48,1	6,4	18,9	7,3	40,7	6,8
450	0,5	20,0	194	93,3	1,0	6,4	0,6	1,7	—
480	0,5	—	—	88,9	2,1	9,5	0,9	2,4	—
510	0,5	—	—	80,0	3,3	14,5	2,8	3,1	—
530	0,5	—	—	80,0	4,4	20,3	5,0	7,6	0,4
570	0,5	—	—	75,5	6,2	23,6	6,7	18,6	1,7
600	0,5	—	—	57,8	8,7	22,8	8,7	29,2	5,3
630	0,5	—	—	48,9	9,6	17,4	9,5	37,1	12,3
450	0,5	40,0	200,3	93,3	0,9	6,2	0,3	1,8	—
480	0,5	—	—	88,0	1,6	10,1	0,9	2,5	—
510	0,5	—	—	82,2	2,3	14,4	2,1	2,6	—
540	0,5	—	—	79,3	3,9	22,1	4,5	6,5	—
570	0,5	—	—	74,4	6,9	25,8	7,4	15,7	1,9
600	0,5	—	—	53,3	11,6	22,1	7,7	30,5	6,0
630	0,5	—	—	44,4	8,5	14,7	6,2	44,3	10,1
570	0,75	—	—	76,7	8,6	25,1	10,3	14,9	—
570	1,0	—	—	78,5	8,4	27,8	10,1	10,7	—
570	1,1	—	—	80,0	8,4	30,0	10,9	8,8	—
570	1,25	—	—	84,0	7,7	27,7	11,1	7,4	—
570	1,5	—	—	86,4	7,9	29,1	10,8	7,6	—
570	2,0	—	—	89,3	6,3	28,0	9,7	4,7	—
570	2,3	—	—	90,7	5,8	26,7	9,4	5,5	—
570	2,8	—	—	93,3	4,8	26,2	8,7	3,8	—
600	1,0	—	—	66,7	11,1	25,8	10,7	14,4	1,0
600	1,5	—	—	71,1	9,5	27,1	10,9	9,5	0,5
600	2,0	—	—	75,5	9,3	24,8	10,6	10,0	—
600	2,8	—	—	84,4	7,0	26,4	10,3	8,0	—
630	1,0	—	—	53,3	8,4	20,0	7,8	31,9	6,4
630	1,5	—	—	60,0	10,6	26,3	10,0	23,6	3,2
630	2,0	—	—	66,7	10,1	25,8	10,0	21,7	2,3
630	2,8	—	—	80,0	10,1	25,4	9,4	15,1	1,0

сти МЦП содержание бензола и толуола в катализаторе увеличивается, а доля циклоолефинов снижается. Соотношение олефиновых и ароматических углеводородов также зависит от содержания окиси меди на катализаторе. Так, по степени превращения МЦП все образцы катализатора

обладают почти одинаковой каталитической активностью. Однако они существенно отличаются по избирательности действия. В диапазоне температуры от 450 до 570°C с повышением концентрации CuO отношение олефиновых и ароматических углеводородов увеличивается. Максимальные выходы изомеров МЦПЕ и МЦПД достигаются при 570°C и объ. ск. подачи сырья 1,25 — 1,5 ч⁻¹ на катализаторе, содержащем 40 масс. % CuO .

Для оценки активности катализаторов в исследуемой реакции были также проверены $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ с удельной поверхностью 180 м²/г гранулированный CuO , содержащий 10 масс. % бентонитовой глины.

При 570°C, объ. ск. МЦП 1,25 ч⁻¹ и мольном соотношении МЦП: $\text{O}_2 = 4,3 : 1$ конверсия исходного углеводорода в присутствии с $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ составляет 36,4% при селективности по С₅-циклоолефинам — 28,8%. CuO в начале процесса приводит к глубокому крекингу исходного МЦП, при этом окись восстанавливается до металлической меди, которая проявляет активность в реакции окислительного дегидрирования.

Окислительное дегидрирование МЦП в МЦПЕ и МЦПД над трегерными катализаторами протекает с высокой селективностью также в отсутствие кислорода (табл. 2). Так как количество водорода в газовых про-

Таблица 2

(Т-ра—570°, объ. ск.—1,25 ч⁻¹, скорость подачи гелия—0,1 л/мин)

Продолжительность опыта, мин	Конверсия МЦП, масс. %	Выход катализатора, масс. %	Состав катализатора				
			С ₅ циклоолефины	изомеры метилциклопентена	МЦП-диены	МЦП	бензол
10	54,6	88,6	5,7	28,8	8,5	51,2	5,8
20	46,7	89,0	4,1	25,6	7,2	59,4	3,7
30	54,2	89,2	4,9	31,0	8,6	51,3	4,2
40	51,1	90,1	5,5	28,6	7,7	54,2	4,0
50	51,6	88,9	4,3	29,1	7,9	54,5	4,2

дуктах меньше расчетного, можно считать, что образование изомеров МЦПЕ и МЦПД происходит в результате окислительного дегидрирования за счет кислорода решетки катализатора. Подтверждением такого предположения является тот факт, что дегидрирование МЦП на алюмомедном катализаторе протекает и в токе водорода. При этом конверсия его составляет 24,4%, а выход циклоолефинов — 11,6 масс. % от исходного углеводорода. Содержание МЦПД в катализаторе уменьшается от 7 — 8 до 2 — 3 масс. %, что объясняется высокой активностью $\text{Cu} - \text{Al}_2\text{O}_3$ катализатора в реакции гидрирования циклопентадиеновых углеводородов до цикlopентенов [16].

Следует отметить, что хроматографический анализ катализатора позволил нам полностью идентифицировать изомерный состав полученных МЦПЕ. Этим методом было установлено наличие в катализаторе 1,3- и 4-МЦПЕ-1, а метиленициклопентан не был обнаружен. Однако ИК-спектры катализатора показали, что при дегидрировании этот изомер также образуется (полосы поглощения для $>\text{C}=\text{CH}_2$ связи находятся в области 890, 908, 983, 1620 и 3045 см⁻¹) в результате миграции двойной связи 1-МЦПЕ $\rightleftharpoons$ метилени-ЦПЕ.

Результаты дегидрирования метилциклопентана на алюмомедном катализаторе в токе гелия приведены в табл. 2.

Известно, что реакция изомеризации и дегидрирования углеводородов протекает на различных центрах катализатора [17, 18]. Учитывая это, нами было исследовано влияние толщины слоя катализатора на скорость образования продуктов дегидрирования МЦП и состав катализатора. Установлено, что образование непредельных углеводородов происходит неравномерно на различных слоях катализатора. Так, в начальных слоях катализатора основным продуктом дегидрирования является 3-МЦПЕ. По мере продвижения реакционной смеси вдоль слоя катализатора количество этого изомера постепенно уменьшается, а количество 1-МЦПЕ и изомеров МЦПД увеличивается. Вероятно, первичным продуктом дегидрирования является 3-МЦПЕ (или 4-МЦПЕ), который или изомеризуется в термодинамически более стабильный 1-МЦПЕ или же дегидрируется до МЦПД. Уменьшение содержания 3-МЦПЕ в катализаторе объясняется еще тем фактором, что над начальными слоями катализатора концентрация исходного МЦП в газовой фазе выше, чем над последующими.

Следует отметить, что содержание 1-МЦПЕ и МЦПД в катализаторе очень быстро стабилизируется и в дальнейшем не зависит от количества применяемого катализатора.

Таким образом, миграция двойной связи в изомерах МЦПЕ протекает по известной схеме: $4\text{-МЦПЕ} \rightleftharpoons 3\text{-МЦПЕ} \rightleftharpoons 1\text{-МЦПЕ} \rightleftharpoons \text{метилен-ЦПЕ}$ [19].

Вывод

Исследована реакция окислительного дегидрирования метилциклопентана на алюмомедном катализаторе и установлено, что основными продуктами реакции являются изомеры метилциклопентена и метилциклопентадиена в мольном соотношении 2—3:1.

Литература

1. Heinemann H. Ind. and Eng. Chem., v. 439, 2098, 1951.
2. Nakamura Munekazu, Akanuma Koichi, Otsuka Keilchi, Reichi Suzuki J. Jap. Pet. Inst., 16, 7, 572, 1979.
3. Pines H. and Csicsery S. M. J. Amer. Chem. Soc., 84, 2, 292, 1962.
4. Алиев В. С., Касимова Н. П., Иманова Т. В. Сафаралиева Г. М. Азерб. нефт. хоз-во, 11, 57, 1978.
5. Алиев В. С., Касимова Н. П., Гасанзаде А. А., Халафова Т. В., Рзаева С. Б. Азерб. хим. ж., 5, 3, 1966.
6. Алиев В. С., Касимова Н. П. и др. Азерб. нефт. хоз-во, 7, 58, 1979.
7. Шуйкин Н. И., Нарышкина Т. И. Нефтехимия, 2, 4, 473, 1962.
8. Хасанов А. К., Абдувалиева М. А., Насиров П. Азерб. хим. ж., 5, 31, 1975.
9. Мусаев М. Р. и др. Азерб. нефт. хоз-во, 3—4, 107, 1980.
10. Алиев В. С., Мехтиев С. Д., Марданов М. А., Касимова Н. П., Мусаев М. Р., Велиев К. Т., Гусейнов Н. М. Авт. свид. СССР, № 350775, Б. И. № 27, 1972.
11. Мехтиев С. Д., Алимарданов Х. М., Дамиров М. М., Магеррамов С. А. «Азерб. хим. ж.», 4, 59, 1980.
12. Физико-химические свойства индивидуальных углеводородов. Под ред. В. Н. Татевского. Гостоптехиздат, 1960, стр. 24.
13. Мехтиев С. Д., Алимарданов Х. М., Дамиров М. М., Магеррамов С. А. «ДАН Азерб. ССР», 11, 46, 1980.
14. Вовянюк И. И., Гороховатский Я. Б. Сб. «Катализ и катализаторы», вып. 2. Изд-во «Наукова думка», Киев, 1966, стр. 29.
15. Олейникова А. Л., Темкин О. Н., Богданов М. И., Флид Р. М. «Нефтехимия», 10, 2, 195, 1970.
16. Taghavi M. B. These doct. Univ. Claude Bernard, Lyon, 1974, 74, РЖХ, 20Б1174, 1976.
17. Скарченко В. К. Успехи химии, т. XVI, 8,

1411, 1977. 18. Кубасов А. А., Смирнова И. В., Топчиева К. В. Ж. физ. химии, т. X, 11, 5, 1131, 1968. 19. Maurel R., Bassery R. L. J.—E. Germain. Bull. Soc. Chem. France, № 8—9, 1688, 1962.

Институт нефтехимических
процессов им. Ю. Г. Мамедалиева

Поступило 24. VI. 1981

С. Ч. Мехдиев, Г. М. Элимарданов, М. М. Дамиров МЕТИЛЦИКЛОПЕНТАНЫН МИС-АЛЮМИНИУМ КАТАЛИЗАТОРУ ҮЗЭРИНДЭ ДЕГИДРОКЕНЛЭШМЭ РЕАКЦИЈАСЫНЫН ТЭДГИГИ

Мәгаләдә метилциклопентанын мис-алюминий катализатору үзәриндә дегидрокенләшмә реаксиясынын нәтижеләри верилмишдир.
Мүәјјәһ едилмишдир ки, реаксиянын әсас мәһсулу метилциклопентенин вә метилциклопентадиенин изомерләридир.

S. D. Mekhtiev, Kh. M. Alimardanov, M. M. Damirov

OXIDATIVE DEHYDROGENATION OF METHYLCYCLOPENTANE IN THE PRESENCE OF ALUMINA-CUPRIC CATALYST

The reaction of oxidative dehydrogenation of methylcyclopentane over alumina-cupric catalyst was investigated. It was established that isomers of methylcyclopentane and methylcyclopentadiene at mole ratio of 2—3:1 were the main products of the reaction at temperature of 540—570°C and feed space velocity—1.25—2.8 hour⁻¹.

Э. А. АГАМИРЗОВА, Т. А. ГУСЕИНОВА,
Г. Х. РАГИМОВА

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ВОДОРОДНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ НЕФТЕЙ ПЛОЩАДИ СИАЗАНЬ — НАРДАРАН

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

Физико-химические условия нахождения нефтей в природе характеризуют их окислительно-восстановительный потенциал (Еh) и водородный показатель (рН), зависящие от состава и количества смолисто-асфальтеновых веществ.

Нефти площади Сиазань — Нардаран НГДУ «Сиазаньнефть» приурочены к моноклинали, простирающейся в СЗ—ЮВ направлении. В строении моноклинали участвуют верхнемеловые и палеоген-миоценовые отложения, песчано-алевритовые и трещиновато-карбонатные породы которых являются промышленно нефтегазоносными [1].

Площадь Сиазань — Нардаран, расположенная в юго-восточной части моноклинали, ограничена двумя поперечными нарушениями — сбросами. Один из них — юго-восточный — четко разграничивает опрокинутые на данной площади пласты верхнемеловых и палеогеновых пород от нормально-залегающих (в стратиграфическом порядке) тех же отложений на площади Чандагар-Зорат.

Северо-западной границей является другой поперечный сброс, в результате которого площадь Сиазань — Нардаран опущена по отношению соседней площади Саадан. Таким образом, площадь Сиазань — Нардаран представляет собой обособленный тектонический блок, в пределах которого нефтяная залежь изолирована от остальных площадей месторождения (см. рисунок).

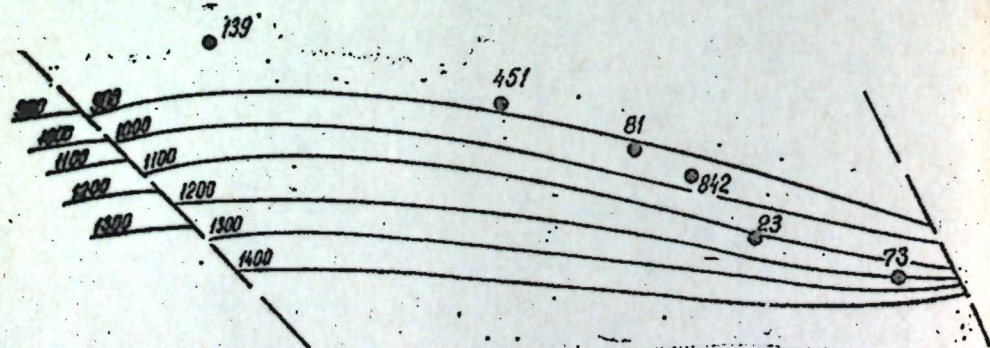


Схема расположения исследованных скважин на структуре по кровле верхнего мела на площади Сиазань-Нардаран.

Нефти площади Сиазань — Нардаран парафинистые, высокосмолистые с удельным весом 0,86. По данным В. С. Гутыря и др. [2], Г. Г. Ашумова [3] фракционный состав этих нефтей следующий: акцизных смол — 18%, силикагелевых — 10%, твердого парафина — 12%. Отгон светлых продуктов до 300°C — 54%. Содержание бензина при отгонке до 100°C — 40%. Такие фракции как бензин и лигроин отмечаются низким октановым числом.

Для исследования окислительно-восстановительного потенциала (Еh) и водородного показателя (рН) этих нефтей отобраны пробы из стратиграфических обособленных объектов (скв. № 73, 23, 139), а также из совместно эксплуатируемых свит (скв. № 81, 842, 451).

Значения рН показывают, что обычно для нефтей площади Сиазань — Нардаран характерна слабощелочная и щелочная среда (рН = 7,7—8,5), в редких случаях нейтральная (6,9) (см. табл.). Кислая среда (рН=5,7) нефти коунской свиты из скв. № 139 не типична для этой площади. Повышенная концентрация водородных ионов в этой нефти, вероятно, обусловлена местными геолого-геохимическими условиями.

Дата измерения	№ скв.	Эксплуат. объект	Интервал перфорации	рН	Еh, мв
22. VIII 1980	73	КП	837—1160	7,7	330
15. VIII 1980	81	КП+н. мкр	293—1291	8,1	257
18. VIII 1980	23	Н. мкр	391—760	6,9	337
22. VIII 1980	842	КП+н. мкр.	256—1892	8,5	296
22. VIII 1980	451	КП+н. мкр.	210—1780	7,9	306
19. VIII 1980	139	КП	88—204	5,7	328

Значения окислительно-восстановительных потенциалов (Еh) в исследуемых нефтях изменяются в пределах 250—340 мв, указывая на умеренные окислительные реакции. Следует отметить, что в нефтях скважин 23, 73, 139, эксплуатирующих обособленные стратиграфические объекты: коунскую или же майкопскую свиты значения потенциалов повышены на 2—3 десятка мв. Возможно, что при смешении нефтей разных свит происходит ослабление некоторых реакций, а соответственно и снижение потенциалов окислительно-восстановительных процессов.

Из изложенного можно заключить, что физико-химические свойства исследуемых нефтей обусловлены своеобразными геолого-геохимическими условиями, характерными для тектонически изолированной Сиазань-Нардаранской площади. Здесь естественные превращения нефтей происходят обычно при щелочной и слабощелочной средах, когда активность анионов (кислорода, серы и азота) преобладает над активностью катионов (металлов, водорода и углеводородных радикалов). Металлы переменной валентности — железо, алюминий, медь, ванадий и др. при окислении проявляют высшую валентность.

Такие физико-химические условия благоприятствуют образованию сложных гетероорганических соединений, металлоорганических комплексов, которые в свою очередь оказывают значительное влияние на состав смол, асфальтенов и способствуют увеличению их количественного содержания. Есть основание считать, что это является одной из причин низкого содержания бензина (всего 40%) в нефтях площади Сиазань — Нардаран.

Литература

1. Салаев С. Г., Гусейнов Г. А., Соломонов Б. М. Геология и нефтегазоносность Прикаспийской третичной моноклинали, стр. 31—33. Азербешр, 1964 2. Гутыря В. С. и др. Нефти Азербайджана, стр. 121—125. Азнефтеиздат, 1945. 3. Ашумов Г. Г. Азербайджанские нефти, стр. 205—213. Изд-во АН Азерб. ССР, 1961.

Институт геологии

Поступило 9. VI. 1981

Е. Ә. Агамирзәева, Т. А. Гусейнова, Н. Х. Рәһимова

СИЈЭЗЭН—НАРДАРАН САҺӘСИ НЕФТЛӘРИНИН ОКСИДЛӘШМӘ-БӘРПА ПОТЕНСИАЛЫ ВӘ ГИДРОКЕН КӨСТӘРИЧИСИ

Гидрокен көстәричиси вә оксидләшмә-бәрпа потенциалынын тәдқиғиә әсасән мүәјјән олунмушдур ки, Сијэзэн—Нардаран саһәсинин нефтләри гәләви шәранти вә оксидләшмә процесин илә сәһијјәләнир.

Гидрокен үзви бирләшмәләринин әмәлә кәлмәси үчүн әлverişли физики-кимјәви шәрантин мөвчуд олмасы вә һәмчинин гатран-асфалтлы маддәләрин мигдарынын артмасы һалы нәтичә кими көстәрилмишдир.

Е. А. Agamirzoyeva, T. A. Guseinova, G. H. Ragimova

REDUCTIVE-OXIDATIVE POTENTIAL AND HYDROGEN INDEX OF OILS OF SIAZAN-NARDARAN REGION

On the ground of analyses of reductive-oxidative potential and hydrogen index it is stated that oil of Siazan-Nardaran region is characterized by alkali properties and the potential of moderate oxidative processes. The conclusion is made of favourable physico-chemical conditions of formation of heterogeneous compounds and increase of resinous asphaltene substances.

УДК 551.763

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЯ

Х. АЛИЮЛЛА, Ш. А. БАБАЕВ, Р. О. КОШКАРЛЫ,
С. А. ШИХЛИНСКИЙ

РАСЧЛЕНЕНИЕ РАЗРЕЗА ПАРАДАШ (НАХ. АССР)

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

Эоценовые отложения Нахичеванской АССР издавна привлекают внимание многих исследователей. Хорошая обнаженность и большие скопления нуммулитовой фауны способствовали расчленению эоцена вплоть до мелких стратиграфических подразделений. Несмотря на многочисленность и детальность исследований до настоящего времени остается ряд дискуссионных и нерешенных вопросов в проведении некоторых границ внутри эоцена. Спор о наличии верхнего эоцена в Нахичеванской складчатой области носит аналогичный характер. Выхода самых молодых слоев эоцена в Нахичеванской АССР прослеживаются в изолированных участках и приурочены к небольшим мульдам. Одним из таких участков считается Парадаш-Шурутская мульда.

Сведения о распространении на этом участке и в прилегающих регионах глинисто-песчаной толщи эоцена с богатой нуммулитовой фауной имеются в работах Г. В. Абиха [1, 2], А. А. Флоренского, Е. К. Устиева [10], К. Н. Паффенгольца [8, 9], П. Бонне [13], Ш. А. Азизбекова [3], К. А. Ализаде, Т. А. Мамедова [4], Т. А. Мамедова [6, 7], М. А. Багманова [5] и др.

В литературе глинисто-песчаные слои с нуммулитами и другими ископаемыми упоминаются как «Парадашская свита» или «Осадочная толща» и относятся одними к среднему и верхнему эоцену, другими — к верхнему эоцену. При этом также имеет место применение Европейского и Крымского ярусного деления.

Вопрос о расчленении эоцена Парадаш-Шурутской мульды не решен, а, по нашему мнению, стал еще более дискуссионным, после того, как М. А. Багманов [5] «Парадашскую свиту» переименовал в «Парадашский ярус» в качестве второго яруса среднего эоцена. Неудачным оказались не только определение объема яруса, но и выбор стратотипа. Д. М. Халилов [11, 12] на основании микрофаунистических исследований всю «Парадашскую свиту» отнес к зоне *Globigerina turkmenica*, считая ее аналогом кумского горизонта.

В связи с выполнением работы по составлению опорных разрезов Нахичеванской АССР нами были изучены отложения, развитые в Шурут-Парадашской мульде. При этом планктонные фораминиферы были обработаны Х. Алиюлла и С. А. Шихлинским, нуммулиты — Ш. А. Бабаевым, а наннопланктон — Р. О. Кошкарлы. Анализ палеонтологического материала позволил уточнить спорные вопросы и произвести зональное расчленение эоценового разреза в районе сел. Парадаш по изученным группам ископаемых.

Так, наиболее древние слои прослеживаются в 1,5—2 км северо-восточнее развалин Парадаш, где обнажается следующая последовательность.

Зона *Acarinina bullbrookii* представлена пачкой темно-серых, почти черных, местами желтовато-серых глин, аргиллитов, мергелей со слоями песчаников (мощность 87—89 м). В них обнаружены планктонные фораминиферы: *Acarinina bullbrookii* (Bolli), *Globigerinatheka subconglobata* (Chaillov), *Globigerina posttriloculinoides* Chaillov, *G. senni* (Beckman). Из нуммулитид встречены: *Nummulites striatus* (Brugliere), *N. pelfolatus* (Montfort), *Operculina alpina* Douville и др. Из нанопланктона: *Discoaster strictus* Stradner, *D. deflandrei* Bramlette et Riedel, *Rhabdosphaera gladius* Locker. Обнажающаяся часть зоны *Acarinina bullbrookii* соответствует верхам зоны *Nummulites laevigatus*, а по нанопланктону верхней части зоны *Discoaster subloboensis* и началу зоны *Nannotetrina fulgens*.

Зона *Acarinina rotundimarginata* выражена в двух различных по составу фациях. Нижняя из них состоит из туфоконгломератов, гравелитов и песчаников с прослоями глинистых песчаников мощностью 180 м. В них встречаются из фораминифер: *Acarinina rotundimarginata* Subbotina, *Globigerina frontosa* Subbotina и др., среди нанопланктона: *Nannotetrina fulgens* (Stradner), *Discoaster cruciformis* Martini и др.

Вышележащая пачка состоит из темно-серых, почти черных глин и аргиллитов со слоями песчаников и туфопесчаников и залегает над туфоконгломератом по тектоническому нарушению.

В глинистых слоях пачки содержатся обильные планктонные фораминиферы: *Acarinina rotundimarginata* Subbotina, *Globigerina aff. rohri* Bolli, *Globorotalia centralis* Cushman et Bermudez, нуммулитиды: *Nummulites perforatus* Montfort, *N. striatus* (Brugliere), *N. chavannesi* de la Harpe, *N. incrassatus* de la Harpe, нанопланктон: *Discoaster molengraffii* Tan Sin Hok, *Helicopontosphaera seminulum* (Bramlette et Sullivan) и др.

Из-за задернованности и наличия зоны тектонического дробления на этом участке проследить последовательность всех пачек зоны *Acarinina rotundimarginata* не удастся. Разрез продолжен на южном склоне высоты 1614 м, на 0,5 км северо-восточнее сел. Парадаш, где в основании разреза выступают аргиллиты и глины упомянутой зоны. Мощность верхней пачки принимается условно 150 м.

По нуммулитам описываемая пачка охватывает зону *Nummulites acutus*, а по нанопланктону значительную часть зоны *Nannotetrina fulgens*.

Зона *Truncorotaloides rohri* по стратиграфическому положению может соответствовать зоне *Globigerina turkmenica* по схеме Д. М. Халилова [11]. Литологически представлена пачкой серых, желтовато-серых песчаных глин и песчаников со слоями рыхлого конгломерата; встречается обильная нуммулитовая фауна, мелкие фораминиферы и нанопланктон (мощность 22,5): *Nummulites perforatus* Montfort, *N. Zarniferi* Bouss, *N. incrassatus* de la Harpe, *N. chavannesi* de la Harpe, *Operculina alpina* Douville; *Truncorotaloides rohri* Bronnman et Bermudes, *Acarinina rugosaculeata* Subbotina, *Globigerina ineretacea* Chaillov, *Gl. praebulloides* Blow; *Coccolithus copelagicus* (Bramlette et Riedel), *Reticulofenestra umbilica* Levin.

Смена комплекса нуммулитид позволила выделить зону *Nummulites brongniartii*. По нанопланктону она охватывает зону *Reticulofenestra umbilica*.

Вешележащая пачка составляет верхнюю часть эоценового разреза в окрестностях сел. Парадаш и представлена желтовато-серыми и зеленовато-серыми разнозернистыми песчаниками с богатой мелкой нуммулитовой фауной; встречаются слои рыхлого ожелезненного конгломерата. Из нуммулитид определены: *Nummulites incrassatus* de la Harpe, *N. striatus* (Brugliere), *N. paradashensis* Mamedov, *N. rectus* Curry, *N. chavannesi* de la Harpe, *N. budensis* Hantken, *N. fabianii* Prover, *N. pulchellus* Hantken, *N. prestwichianus* Jones, *N. concinnus* Jorzeva и др.

Среди мелких фораминифер большим развитием пользуются представители роталии: *Rotalia similis* Chaillov, *R. suboctocamerata* Chaillov, *R. aff. cubaensis* Chaillov, *Heterolepa landagensis* Chaillov, *Cibicides shurutensis* Chaillov и др. Описываемая пачка нами впервые относится к зоне *Nummulites fabianii* верхнего эоцена.

Выше размытой поверхности эоцена залегает туфоконгломерат с крупными гальками и валунами, состоящими из изверженных пород. Эти андезитово-базальтовые конгломераты Ш. А. Азизбеков [3] относит к плиоцену.

Таким образом, изучение эоценовых отложений в окрестностях сел. Парадаш позволило установить стратиграфический объем «Парадашской свиты» и «Осадочной толщи» в пределах зон (снизу вверх): *Acarinina rotundimarginata*—*Nummulites acutus*—*Nannotetrina fulgens*; *Truncorotaloides rohri*—*Nummulites brongniartii*—*Reticulofenestra umbilica* и *Nummulites fabianii*.

При этом нижняя зона охватывает также «Туфоконгломератовую толщу» Ш. А. Азизбекова.

Нельзя считать обоснованным выделение «Парадашского яруса», так как в окрестностях сел. Парадаш отсутствует последовательный разрез, начиная от подошвы до кровли «яруса». Полное представление о последовательности разреза можно восстановить по различным участкам в виде сборного разреза. Наличие тектонических нарушений, частичной задернованности внутри зоны *Acarinina rotundimarginata* не позволяет определить точную мощность, что противоречит выбору стратотипического разреза.

Разрезы, предложенные М. А. Багмановым в качестве парастратотипов «Парадашского яруса» — Джульфинское ущелье, окрестности селений Биляв и Гюнют оказались непригодными, поскольку они содержат фауну нижней половины среднего эоцена.

Тот комплекс слоев, который относится к «ярусу», стратиграфически охватывает верхнюю часть среднего и нижнюю часть верхнего эоцена по Средиземноморской шкале. Комплекс нуммулитид, приводимый для яруса, охватывает часть зоны *Nummulites acutus*, полностью зону *Nummulites brongniartii* и часть зоны *Nummulites fabianii*.

Приведенные комплексы ископаемых эоцена окрестностей сел. Парадаш прослеживаются также в ряде разрезов Нахичеванской АССР и сопоставляются с комплексами различных регионов Кавказа.

1. Абих Г. В. Зап. Кавказ. отделения Русского геогр. общ-ва, тт. VII—VIII, 1873, стр. 210. 2. Абих Г. В. Зап. Кавказского отдел. Русского геогр. общ-ва, т. XXIII, 1902, стр. 1—68. 3. Азизбеков Ш. А. Геология Нах. АССР. Госгеотехиздат, 1961, стр. 1500. 4. Ализаде К. А., Мамедов Т. А. «Изв. АН Азерб. ССР, серия геол-геогр. наук», № 3, 1959, 17—21. 5. Багманов М. А. Уч. зап. АГУ, серия геол-геогр., № 4—5, 178—186, Баку, 1969. 6. Мамедов Т. А. «ДАН Азерб. ССР», т. XVI, № 10, 963—968, 1960. 7. Мамедов Т. А. Нуммулитиды и орбитониды эоценовых отложений Азербайджана и их стратиграфическое значение. Автореф. докт. дисс., 1—47. Баку, 1967. 8. Паффенгольц К. Н. Геологический очерк Нахичеванской АССР. Изд-во АзФАН СССР, вып. XXVIII, 1—139. Баку, 1940. 9. Паффенгольц К. Н. Геология Армении, 200. М., 1948. 10. Флоренский А. А., Устинов Е. К. Петрография и полезные ископаемые центральной части Нах. АССР, 1—90. Изд. АН СССР, 1935. 11. Халилов Д. М. Микрофауна и стратиграфия палеогеновых отложений Азербайджана, ч. II, с. 1—286. Изд-во АН Азерб. ССР, Баку, 1967. 12. Халилов Д. М. Образ жизни и закономерности расселения современной и ископаемой микрофауны, 138—141. Наука. М., 1975. 13. Bonnet P. Mem. Soc. Geol. Pr., t. XXV, m. n. 54, p. 1—263.

Институт геологии

Поступило 2. VII 1981

Х. Алигулла, Ш. Э. Бабаев, Р. О. Гошгарлы, С. А. Шихлински

ПАРАДАШ (НАХ.МССР) КӘСИЛИШИННІН СТРАТИГРАФИК БӨЛКҮСҮ

Нахичеван МССР эразисиндә Еосен чөкүнтүләринин фораминифер, нуммулитләр вә наннопланктон галыгларынн өрәнилмәси әсасында «Парадаш ләј дәстәсинин» вә «Чөкмә гатын» стратиграфик һәчми мүүжәйләшдирилмиш вә зона бөлкүсү верилмишдир.

Kh. Aliyulla, Sh. A. Babayev, R. O. Koshkarli, S. A. Shikhlinisky

PARTITION OF CUT PARADASH (NAKHICHEVAN ASSR)

Foraminifera, nummulitid and nannoplankton were studied from Eocen sediments of Nakhichevan ASSR. As a result the stratigraphic volume of „Paradashskaya series“ and „Sedimentary sequence“ is determined and their zonation is proposed.

ГЕНЕТИКА

УДК 575.24+581.192.7

Э. Р. МЕХТИ-ЗАДЕ, Д. Н. НАГИЕВА, У. К. АЛЕКПЕРОВ

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ АУКСИНА

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

Применение биологически активных соединений для стабилизации темпов мутирования — одно из актуальных направлений в проблеме защиты генетического аппарата от повреждающего воздействия факторов окружающей среды [1]. Воспроизведение генетической информации осуществляется в процессе деления клеток. Поэтому сохранение ее уникальности во многом определяется условиями, в которых протекает деление клеток.

В настоящее время накоплен большой фактический материал, свидетельствующий о важной роли фитогормонов в управлении регуляторными механизмами клетки на разных этапах ее деления и роста [4—6, 8, 9].

Среди фитогормонов первым был открыт ауксин. Описанию его физиологических эффектов посвящено значительное число работ. По ряду вопросов исследователями высказывается единое мнение [4, 5]. Иначе обстоит дело с исследованиями, посвященными изучению модифицирующего эффекта фитогормонов, в частности ауксина, на генетическую активность физико-химических мутагенных факторов. Имеющиеся сведения противоречивы [2, 3, 7, 10, 11]. В связи с этим нам представлялось интересным изучить влияние индолилуксусной кислоты (ИУК) на спонтанный и индуцированный радиацией мутационный процесс с целью выявления ее антимутагенной активности.

Объектом исследования служили семена лука-батун. Облучение в дозе 10 грей проведено на установке РХУНД (мощность 62 рад/сек). Концентрации растворов ИУК, использованных для проращивания семян, равны 5×10^{-3} , 5×10^{-2} , 5×10^{-1} , 1 и 5 мг/л. Фиксацию, окрашивание корешков и учет структурных перестроек хромосом на временных давленных препаратах проводили стандартными методами. Рассчитывали коэффициенты эффективности действия ИУК на спонтанный и индуцированный мутационные процессы. Статистическая обработка цифрового материала проведена общепринятыми методами.

На рис. 1. представлены данные о влиянии ауксина на частоту спонтанных мутаций хромосом. Как видно из приведенных данных, при обработке ауксином во всех исследованных концентрациях имеет место значительное снижение уровня мутабельности. Достоверность разницы между контрольным и опытными вариантами составляет соответственно 7,2; 5,6; 7,3, что превышает 0,1% уровня значимости по критерию

Стьюдента. Коэффициенты антимуtagenной эффективности для вариантов с ИУК 5×10^{-3} ; 5×10^{-2} ; 5×10^{-1} мг/л равны соответственно 0,71; 0,60; 0,74. При этом не обнаружено определенной концентрационной

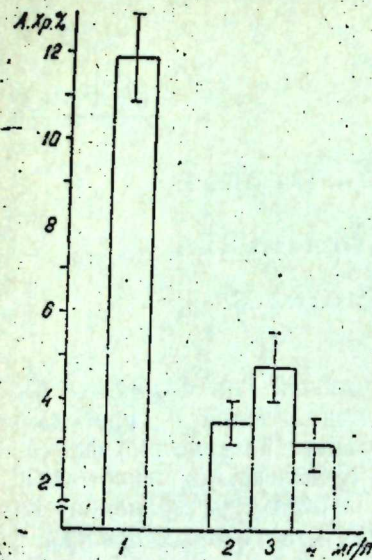


Рис. 1. Изменение спонтанного уровня мутаций хромосом в клетках апикальной меристемы корешков лука-батуна при обработке ИУК: 1—H₂O; 2—ИУК— $5 \cdot 10^{-3}$ мг/л; 3—ИУК— 5×10^{-2} мг/л; 4—ИУК— $5 \cdot 10^{-1}$ мг/л.

зависимости в снижении спонтанного уровня мутаций под влиянием обработки ИУК.

Гамма-облучение семян вызывает существенное возрастание частоты структурных перестроек хромосом в клетках апикальной меристемы корешков ($td=3,1$ и превышает 1% уровня значимости по критерию Стьюдента).

Обработка облученных семян ауксином в концентрации 5×10^{-1} , 1 и 5 мг/л приводит к значительному снижению индуцированного уров-

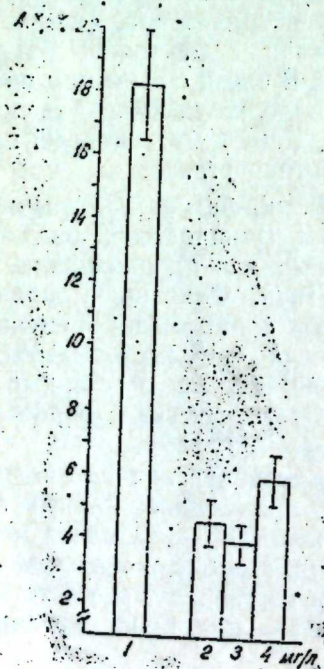


Рис. 2. Изменение индуцированного уровня мутаций хромосом в клетках апикальной меристемы корешков лука-батуна при обработке ИУК: 1—H₂O; 2—ИУК— $5 \cdot 10^{-1}$; 3—ИУК-1; 4—ИУК-5 мг/л.

ня мутабильности ($td=7,2$; $7,6$; $6,6$ высокодостоверно). Коэффициенты антимуtagenной эффективности для указанных вариантов составляют соответственно 0,75; 0,78; 0,69 (рис. 2). Однако концентрационной зависимости модифицирующего эффекта ИУК не наблюдается.

Таким образом, влияние ауксина на спонтанный и индуцированный мутационные процессы проявляется в значительном снижении частоты структурных перестроек хромосом, что свидетельствует об антимуtagenной активности данного фитогормона.

Литература

1. Алекперов У. К. Антимутагены и проблемы защиты генетического аппарата. Изд-во «Элм». Баку, 1979.
2. Араратян Л. А. «Цитология и генетика», т. 4, № 1, с. 30—35, 1970.
3. Араратян Л. А. «Генетика», т. 9, № 11, с. 175—176, 1973.
4. Гамбург К. З. Фитогормоны клетки. Изд-во «Наука», М., 1970.
5. Гамбург К. З. Биохимия ауксина и его действие на клетки растений. Изд-во «Наука». Новосибирск, 1976.
6. Жакоб Ф., Моно Ж. Регуляторные механизмы клетки. Изд-во «Мир». М., 1964.
7. Попа Н. Е., Атраментова Л. А., Шахбазов В. Г. «Цитология и генетика», т. 10, № 4, с. 302—305, 1976.
8. Регуляторы роста растений. Изд-во «Колос», М., 1979.
9. Рост растений и природные регуляторы. Изд-во «Наука», М., 1977.
10. Славенас И. Ю., Юргелайтите К. В. «Радиобиология», т. 13, № 3, с. 445—447, 1973.
11. Юргелайтите К. В., Славенас И. Ю., Немцева Л. С. «Генетика», т. 9, № 2, с. 29—34, 1973.

Институт ботаники

Поступило 8. VI 1981

Е. Р. Мехдизаде, Ч. Н. Нагыјева, У. К. Элэкберов

АУКСИНИН СИТОКЕНЕТИК ФЭАЛЛЫҒЫ

Мәғаләдә ауксинин соғаныи меристем һүҗрәләриндә тәбни вә радиасија нәтиҗәсиндә әмәлә кәлмиш мутасија дәрәҗәсинә тәсирини өйрәнилмәсиндән бәһс едилир.

Мә’лум олмушдур ки, ауксинлә ишләниш вариантлар (5×10^{-3} —5 мг/а) тәбни вә радиасија нәтиҗәсиндә әмәлә кәлмиш мутасија дәрәҗәси контрола нисбәтән ујғун олар 2,5—2,9 вә 3,2—4,5 дәфә ашағы дүшүр.

E. R. Mehti-zade, D. N. Nagieva, U. K. Alekperov

THE CYTOGENETIC ACTIVITY OF AUXIN

The cytogenetic activity of auxin was studied, its antimutagenic activity was carried out.

УДК 581.3

БОТАНИКА

Ф. А. АХМЕД-ЗАДЕ, Н. А. ГУСЕПНОВА

СРАВНИТЕЛЬНО МОРФОЛОГО-ЭМБРИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ЖЕНСКОГО ГАМЕТОФИТА НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *TEUSCRIMUM* L.

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

Нами были проведены исследования для выявления морфолого-эмбриологического развития женского гаметофита видов *Teuscrimum orientale* L. и *Teuscrimum polium* L., являющихся наиболее широко распространенными и полиморфными, поскольку в отечественной литературе отсутствуют сведения об упомянутом вопросе.

1. *Teuscrimum orientale* L. — полукустарничек 10—50 (60) см высоты, с прямыми или извилистыми стеблями, опушенными укороченными, изредка удлиненными или полукурчавыми волосками. Листья широкояйцевидные, трижды перисто рассеченные на узколинейные доли, сверху коротко опушенные, снизу лишь по жилкам, иногда с обеих сторон густо курчаво опушенные. Соцветие метельчатое или метельчато-щитовидное, цветоносы 1—3-х цветковые. Чашечка 3—5 мм дл., колокольчатая, опушенная короткими и длинными волосками с оттопыренными ланцетными или треугольными зубцами, равными трубке или короче ее. Венчик 1—1,5 (1,7) см дл., в 3—4 раза длиннее чашечки, сипий, нижняя лопасть его удлиненная, вогнутая, снизу коротко опушенная, две пары верхних лопастей яйцевидные или ланцетные, острые. Тычинки до 1,7 см длины, в нижней части курчавые, далеко выставленные. Орешки голые, морщинистые, покрытые мелкими зернистыми железками.

2. *Teuscrimum polium* L. — полукустарничек с восходящими или извилистыми стеблями, 5—40 см высоты, густо войлочно опушенными, седоватыми или снежно-белыми, на верхушке щитковидно ветвистыми.

Листья линейные, по краю неглубоко городчато-зубчатые, сидячие, с обеих сторон более густо опушенные, чем стебли, длиннее или короче междоузлий. Соцветие на концах стеблей густое, головчатое, шаровидное, яйцевидное, 1—2 см в диаметре, прицветные листья равны или короче цветков, 3—5 мм дл, линейные, линейно-лопатчатые, с отвернутыми краями, густовойлочнопущенные. Цветки 4—8 мм дл, беловатые, чашечка трубчато-колокольчатая, густо-беловоюлочная, с короткими треугольными зубцами, венчик чуть длиннее, чашечка снаружи войлочно мохнатая. Тычинки едва выступают из чашечки.

Цитоэмбриологическое исследование женской сферы *Teuscrimum orientale* L. и *Teuscrimum polium* L. показало, что макроспорогенез, строение семязпочки и зародышевых мешков являются родовыми эмбриологическими признаками. По развитию и формированию женского гаметофита

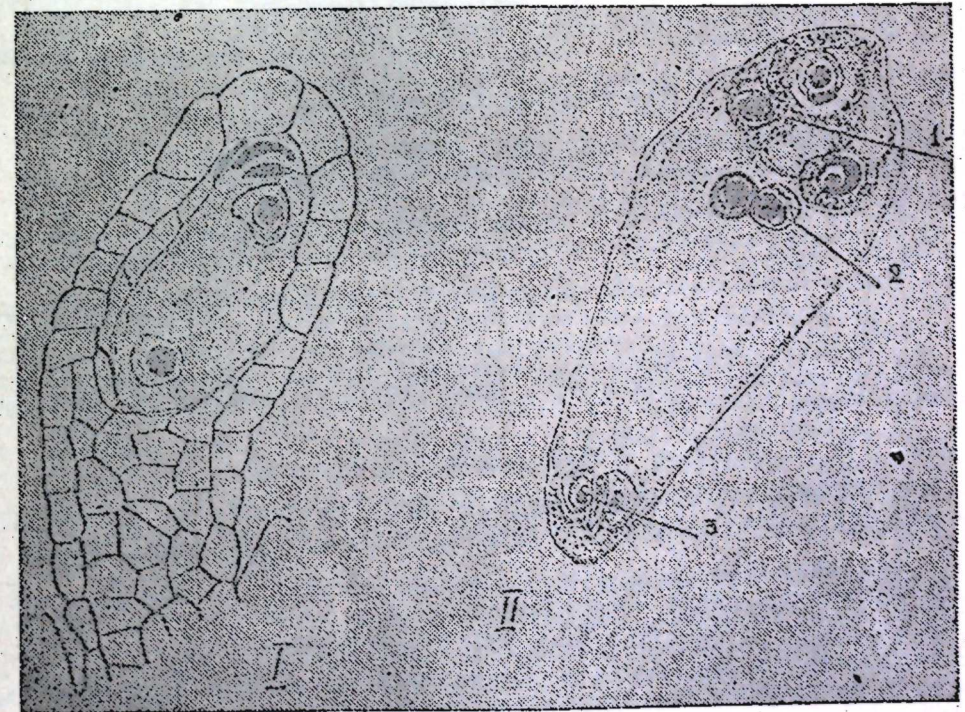
изученные виды однотипные, различия обнаружены лишь в сроках развития макроспорогенеза и гаметогенеза.

Завязь верхняя, грушевидной формы, четырехгнездная, с одной обратной семязпочкой в каждом гнезде. Столбик короткий, расщипленный вдвое зеленоватым рыльцем. У этих видов существует нектарник, который расположен в нижней части завязи в виде диска, он способен выделять нектар. Семязпочки закладываются в виде небольшого бугорка, на плаценте быстро растут, изгибаются и вскоре принимают анатропное положение.

Семязпочки у изученных нами видов однопокровные, тегументулы.

В верхней части нуцеллуса молодой семязпочки закладывается субэпидермальная клетка, которая, не отделяя кроющую клетку, непосредственно становится материнской клеткой мегаспора.

Мегаспорогенез у изученных видов протекает по типу *Scilla*. Ядро материнской клетки проходит все стадии мейоза, в результате образуется тетрада макроспор, из которых нижняя увеличивается в размерах и превращается в материнскую клетку зародышевого мешка, последний восьмиядерный, *Polygonum* типа.



Двухядерный (I) и восьмиядерный (II) зародышевый мешок у *Teuscrimum polium* L.: 1—яйцевой аппарат; 2—полярные ядра; 3—антиподы

Морфологически зародышевый мешок удлиненный, окаймлен интегументальным тапетумом. Яйцеклетка располагается под синергидами.

Полярные ядра сливаются до оплодотворения. Антиподы очень слабо развиты, быстро дегенерируют (рисунок). Оплодотворение пара-

гамного типа, чем выявляется примитивность этих видов, служащая одним из признаков специализации. При оплодотворении один из спермиев сливается с ядром яйцеклетки, другой — с центральным ядром зародышевого мешка.

После оплодотворения обычно первым делится первичное ядро эндосперма, а затем приступает к делению зигота. Ко времени первого деления зигота имеет форму длинной вакуолизированной трубки с ядром в апикальном конце. Зародыш у этих видов развивается по типу Cruciferae. Эндосперм клеточный, в большей или меньшей степени развит эндоспермальный гаусторий.

Из всего изложенного следует отметить, что проведенные морфологические, а также эмбриологические исследования еще раз подтверждают систематическое положение рода *Teucrium* L. в семействе губоцветных.

Литература

1. Флора СССР, т. 20, с. 39—69. Изд. АН СССР. М. — Л., 1954. 2. Billings F. H. The nutrition of the embryo sack and embryo in certain Labiatae. Kansas, Univ. Sci. Bull., 1909, 37—83. 3. Jaitly Suresh Chandra, Guignard Jean-Louiss, Mestre Yean-Charles. Embryologie des labiales Development de l'embryon chez *Le Mentha aquatica*. L. Bull. Soc. bot., Franca, 115, № 7—8, 1968, 369—373.

Институт ботаники

Поступило 16. VI. 1981

Ф. Э. Әһмәдзadə, Н. Ә. Гүсәйнова

МƏРЈƏМНОХУДУ ЧИНСИНИН БƏЗИ НƏВЛƏРИНИН ДИШИ ГАМЕТОФИТЛƏРИНИН МОРФОЛОЖИ-ЕМБРИОЛОЖИ ХҮСУСИЈЈƏТЛƏРИ

Мəрјəмнохуду чинсинин бəзи нəвлəri үзəриндə апарылмыш морфоложи-ембриоложи тəдқиғат нəтичəсиндə мүəјјан олунмушдур ки, бу нəвлəрин ембриоложи хусусијјəтлəri єјни типлидир.

Јумурталыг тенунуселјат вə бир ертүклүдүр. Диши археспоријасы јалныз бирдир вə һүчєјрə кисəсинин эмəлə кəлмəсиндəч билəвəситə иштирак едир. Диши гаметофитин инкишəфы *Scilla* типлидир. Һүчєјрə кисəси 8 һүчєјрəли олуб *Polygonum* типдə инкишəф едир. Сиперкиллəрин мигдары 2-дир. Антиподларын сəјы үчдүр. Мəркəз һүчєјрə 2 гүтб һүчєјрəлəринин бирлəшмəсиндən эмəлə кəлиб. Мəјјалəнмə нормал кедир. Эндосперм һүчєјрə типлидир.

F. A. Akhmed-zade, N. A. Guseinova

THE COMPARATIVE MORPHO-EMBRYOLOGICAL DEVELOPMENT OF FEMALE GAMETOPHYTE OF SOME REPRESENTATIVES OF TEUCRIUM L. GENUS

The morphological and embryological observations of the *Teucrium orientale* L., *Teucrium polium* L. species show the similarity of these species by their embryological characteristics. The seedbuds of two species are tenuinucellous monochlamydous, megasporogenesis goes by the *Scilla* type, the embryonal sac is eight-nuclear and is developed by *Polygonum* type. The embryo is developed by *Cruciferae* type. The endosperm is cellular, the endospermal sucker is developed to a certain degree.

УДК — 581.526.53.

А. И. МАИЛОВ, В. В. АТАМОВ

КОРМОВАЯ ЦЕННОСТЬ И ЕМКОСТЬ ТИПОВ ПАСТБИЩ АЗЕРБАЙДЖАНА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Дж. А. Алиевым)

В целях обеспечения растущей потребности населения в продуктах животноводства в Продовольственной программе СССР, которая была принята на майском (1982 г.) Пленуме ЦК КПСС, предусматривается до 1990 г. увеличение продуктов животноводства.

В последние годы ЦК КП Азербайджана уделяет большое внимание этому вопросу. На мартовском (1982 г.) пленуме были отмечены успехи и недостатки в развитии животноводства и намечены пути дальнейшего его развития. Для решения этого столь важного вопроса необходимо создание прочной кормовой базы.

Азербайджанская ССР — одна из основных животноводческих республик страны. Здесь в основном нашли развитие такие отрасли как овцеводство и крупный рогатый скот, которые содержатся главным образом на подножном корме естественных травостоев лугов и пастбищ. Пересеченный рельеф республики создал условия для развития отгонного животноводства.

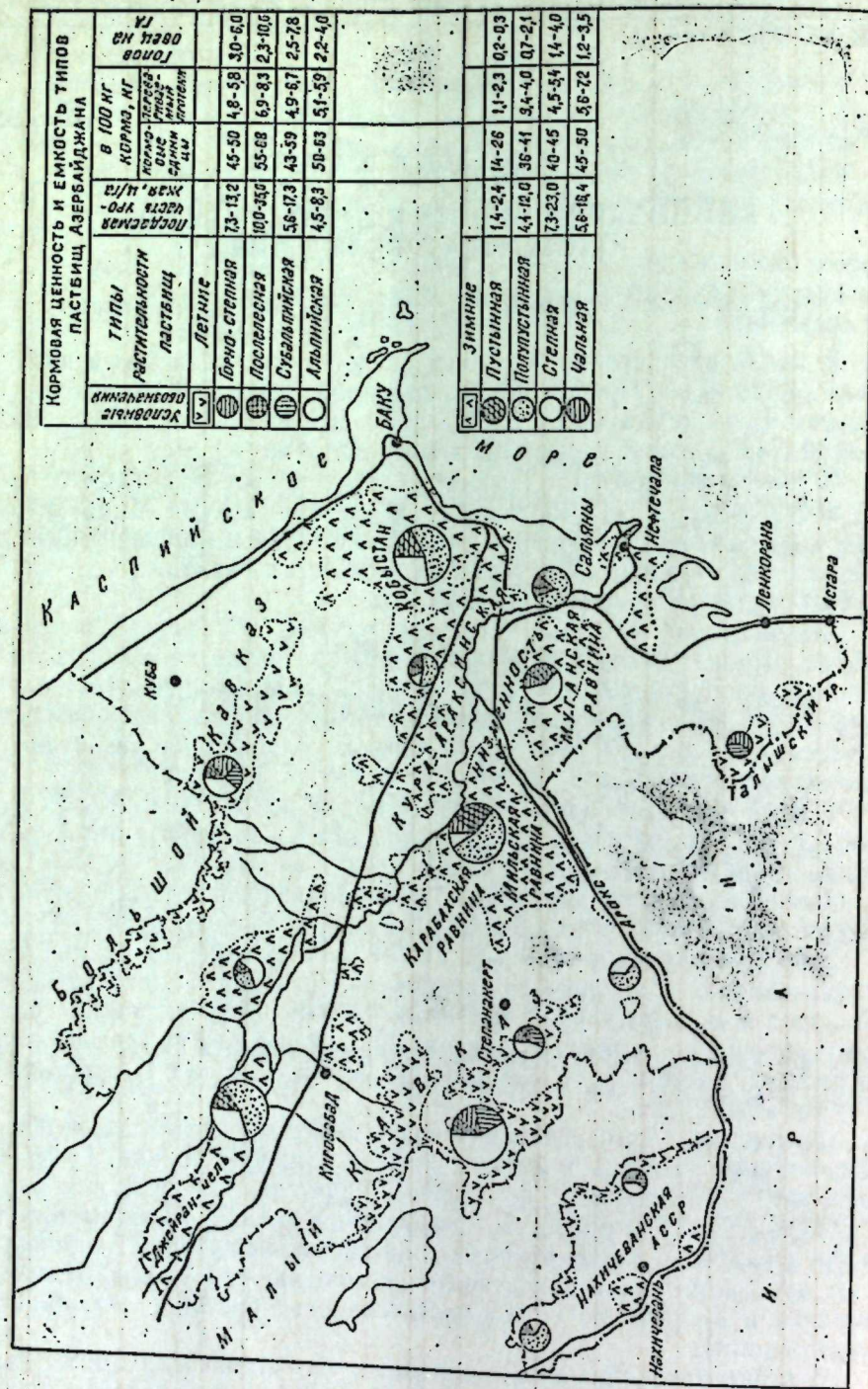
Общая площадь пастбищ и сенокосов по республике составляет около 2 млн. га, из которых 1,5 млн га (75%) являются зимними, а 0,5 млн га (25%) — летними.

Следует отметить, что из-за нерационального использования пастбищ их продуктивность, особенно зимних, сильно снизилась.

Для проведения различных видов мероприятий по рациональному использованию и увеличению продуктивности пастбищ республики необходимо в данный период выяснить, какова продуктивность, количество кормовых единиц и перевариваемого протеина на 1 га травостоя, а также емкость пастбищ, т. е. количество голов овец на 1 га по каждому типу растительности.

Собранные нами двадцатипятилетние данные геоботанического обследования зимних и летних пастбищ Азербайджана, результаты массовых зоотехнических анализов доминирующих кормовых растений и надземной массы травостоев ассоциаций различных формаций типов растительности, а также паспортизация кормовых угодий Азербайджана дают основания впервые составить настоящую карту-схему о кормовой ценности и емкости по типам растительности пастбищ Азербайджана (карта-схема).

В результате обработки собранных геоботанических материалов и картирования растительности кормовых угодий различных регионов Азербайджана в карте-схеме для каждого массива пастбищ указаны соотношения площадей определенных типов растительности друг к другу.



Карта-схема.

Доминантами и содоминантами травостоев на зимних пастбищах Азербайджана являются в ассоциациях типа растительности пустыни — представители семейства маревых: виды солянок, сведы, лебеды, сарсазан, поташник, соляноколосник, петросимония и др. В полупустынной растительности в основном полынь душистая образует ассоциации со злаковыми эфемерами, а также с видами солянок. В предгорной зоне, где встречаются ассоциации степного типа растительности, в большинстве случаев доминируют такие многолетние злаки, как ковыли, бородач, типчак, пырей, костры, житняки и др., к которым часто примешиваются полынь душистая и разнотравные растения. В ассоциациях чального типа растительности доминируют луговые и лугово-болотные растения — свиной, тростник, прибрежница, бескильница, осоки, верблюдка, солодка, кермек, касатики и др.

На летних пастбищах доминантами и содоминантами фитоценозов горно-степной растительности являются ежа сборная, полевица, эспарцеты и др. Часто к ним примешиваются ковыли, типчак и различные растения из разнотравных. Послелесная растительность представляет лугово-степную, в ассоциациях которых доминируют злаки — тимфеевка, трясунка, овсяница, ежа сборная, мятлик, вейник, коротконожка и др., к которым примешивается типчак. В этих послелесных лугах встречаются микрогруппировки клевера, вики, чины и др. В фитоценозах субальпийской растительности доминанты и субдоминанты образуют разнотравные и злаки, такие как борщевик, лабазник, короставник, райграс, ежа сборная, вейник, овсяница, костер, ячмень, белоус и др. В альпийской растительности ассоциации образуют злаки и разнотравные растения — овсяницы, кобрезия, коелерия, костер, белоус, чебрецы, манжетки, тмин и др.

На карте-схеме дается часть травостоев по типам растительности, поедаемой скотом в результате обработки многочисленных фактических материалов из разных ботанических составов травостоев в различные периоды года. Кормовые единицы определены на основании наших массовых химических анализов поедаемой части травостоев растительных ассоциаций или по их доминирующим видам растений. Подсчет числа голов овец на 1 га произведен на основании кормовых единиц и продуктивности травостоев.

По сравнению с летними пастбищами, емкость (количество голов овец на 1 га) зимних пастбищ очень низка. Результаты наших опытов, а также опыты ученых и аспирантов Института ботаники и других учреждений республики показывают, что с проведением различных мероприятий по поверхностному и коренному улучшению, а также рациональному использованию продуктивность, т. е. емкость зимних пастбищ можно повысить в 2—3 раза.

Для повышения продуктивности пастбищ на их территориях необходимо проводить профилактические мероприятия, т. е. разравнивать кочки, заполнять ямы землей, запретить проезд автомашин через пастбища, очистить от поверхностных камней, уничтожить колючие кустарники, если при этом не произойдет эрозия почв, очистить пастбища от грубостебельных сорных, вредных и ядовитых растений, строго соблюдать периоды пастбы по типам пастбищ.

Основными мероприятиями для повышения продуктивности зимних пастбищ является применение загонной системы пастбы. При этом, на большей части пастбищ необходимо проводить порционный выпас

скота, оставляя часть пастбищ на отдых, а в остальной части провести различные мероприятия по улучшению почв. Для этого через каждые 5—6 лет на разреженные участки травостоев необходимо подсеивать семена диких одно- и многолетних ценных кормовых растений, которые встречаются в травостоях этого же типа растительности, но из-за перегруженности пастбы они сохранились редкими экземплярами среди колючих кустарников, в каменистых и в недоступных для скота местах. На оголенных от растительности почвенных участках нужно произвести посев семян тех же дикорастущих ценных кормовых растений. На участках с засолением верхнего слоя почвы провести мелиоративные работы, а через 1—2 года между сетью дренажных каналов засеивать семена засухоустойчивых и солевыносливых кормовых растений и желательнее выращивать их с умеренным поливом. Через каждые 3—5 лет на пастбищные участки внести минеральные удобрения и навоз из расчета потребности почвы в удобрениях. В массивах, обеспеченных водой с умеренным поливом, создать участки пастбищ из дикорастущих ценных кормовых растений. Для преобразования фитолимата в более умеренный на пастбищных массивах необходимо создать полосы из солевыносливых засухоустойчивых и непоедаемых скотом древесных и кустарниковых пород.

Институт ботаники

Э. И. Мајылов, В. В. Натэмов

Поступило 14 VII. 1982

АЗЕРБАЙДЖАНЫН ОТЛАГ ТИПЛАРИНИН ЖЕМ ДЭЈЭРЛИЛИЈИ ВЭ ТУТУМУ

Азербайджан отлагларынын мөһсулдарлығыны артырмаға көрүлөчөк эмәли тәдбирләр үчүн һазырда отлагларын жем мөһсулдарлығыны, дэјэрлилијини вэ тутумуну билмәк лазымдыр. Мөгаләдә илк дэфә оларағ Азербайджан отлагларынын биткилик типләри үзрә һал-һазырда иллик орта мөһсулдарлығы, жем ваһиди, мәнимсәнилән протенини мигдары вэ һектара дүшән гојунларын сајы верилимшдир.

A. I. Mayilov, V. V. Natamov

THE VALUE OF FODDER GRASS AND THE CAPACITY OF TYPES OF PASTURES OF AZERBAIJAN

The schematic map on vegetation types for pastures of Azerbaijan, where here is data on above-ground parts of grass masses eaten by a cattle, their fodder units, the quantity of digested protein and the capacity of feeding, is given. The schematic map also presents dominants and condominants, of feetocenosis on types of vegetation and concrete measures on increasing the productivity of winter pastures.

Акад. М. А. АЛИ-ЗАДЕ, Д. С. ГАЛУСЯН,
А. Д. МАМЕДОВА

ПОКАЗАТЕЛИ ГЕТЕРОЗИСНОГО ЭФФЕКТА У ГИБРИДОВ ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ ТОМАТОВ И СОДЕРЖАНИЕ ДНК В СОМАТИЧЕСКОЙ КЛЕТКЕ

В Азербайджанском научно-исследовательском институте овощеводства ведутся работы по созданию гетерозисных гибридов томатов. Изучаются особенности проявления гетерозиса по скороспелости, темпам накопления урожая, размеру плода, количеству плодов на одном растении, общей продуктивности растений и др. В 1980 году в дополнение к упомянутым признакам у некоторых гибридов и их родителей изучалось содержание нуклеиновых кислот. Работа выполнялась Институтом генетики и селекции. С этой целью гибридные растения и их родители (таблица) выращивались в полевых условиях на опытном участке Азерб. НИИ овощеводства (на Апшероне). Уход за растениями (полив, удобрение и др.) проводился согласно существующим агроприемам. Осуществлялось систематическое наблюдение за растениями: отмечались фазы развития растения, учет урожая и др. В начале плодоношения брались пробы листьев для определения нуклеиновых кислот и подсчета клеток. Всего испытывалось 8 комбинаций гибридизации. В большинстве случаев в качестве материнской формы брался сорт Стерильная 1, только в трех случаях — стерильный сорт 124 раск.

Из приведенных в таблице данных видно, что в 6 комбинациях у гибридов первого поколения томатов по продуктивности растения наблюдается гетерозисный эффект. Только в двух случаях, когда в качестве отцовской формы брался сорт Тамилла, гибриды или не отличались от своего родителя (комбинация Стерильная 1 х Тамилла), или уступали ему (комбинация 124 раск х Тамилла). Остальные гибриды в той или другой степени по общей продуктивности растения превосходили своего родителя. Наиболее резкое увеличение урожая наблюдалось у гибрида Стерильная 1 х Лунгушор. По продуктивности гибрид в 2,4 раза превышает сорт Лунгушор. По данным, характеризующим содержание ДНК в клетке, также наблюдается значительное отличие между гибридом и сортом Лунгушор. В соматической клетке этого гибрида содержится на 1,43 пг ДНК больше, чем у сорта Лунгушор. При комбинации Стерильная х Тамилла гетерозисный эффект отсутствует. Продуктивность одного гибридного растения составляла 2,15 кг, а его отцовской формы — 2,10 кг. Как показали результаты определения нуклеиновых кислот, этот гибрид и по содержанию ДНК в соматической клетке незначительно превосходит сорт Тамилла. В клетке сорта Тамилла содержится 2,64, а гибрида — 2,76 пг ДНК. Гибрид, полученный при скрещивании сортов 124 раск и

Продуктивность гибридов (F₁) томатов и их родительских форм и содержание нуклеиновых кислот в листьях

Гибриды (F ₁) и их родители	Продуктивность 1-го растения, кг	РНК	ДНК	РНК	ДНК
		мг % на сухое вещество		в одной клетке, г · 10 ⁻¹²	
Стерильная 1	—	1008,3	39,70	76,23	3,00
West Virginia 63	2,16	925,1	35,76	42,18	1,63
Стерильная 1 × West Virginia 63	2,60	988,0	45,34	66,16	2,80
124 раск	—	939,0	46,66	58,03	2,88
Тамилла	2,10	890,2	26,83	87,32	2,64
124 раск × Тамилла	1,76	1435,2	51,07	54,11	1,92
124 раск	—	939,0	46,66	58,03	2,88
Волгоградский 5/95	1,38	1163,9	56,44	89,56	4,33
124 раск × Волгоградский 5/95	1,58	987,3	62,52	77,70	4,92
Стерильная 1	—	1008,3	39,70	76,23	3,00
Лунгушор	0,80	916,5	26,81	78,54	2,30
Стерильная 1 × Лунгушор	1,92	1261,3	49,18	95,73	3,73
Стерильная 1	—	1008,3	39,70	76,23	3,00
Ottawa 33	1,50	973,4	24,78	74,60	1,90
Стерильная 1 × Ottawa 33	2,31	1102,4	57,28	85,90	4,46
Стерильная 1	—	1008,3	39,70	76,23	3,00
Mechcast 22	1,20	1174,7	43,27	84,70	3,11
Стерильная 1 × Mechcast 22	1,71	1096,4	39,75	94,29	3,42
Стерильная 1	—	1008,3	39,70	76,23	3,00
Тамилла	2,10	890,2	26,88	87,30	2,64
Стерильная 1 × Тамилла	2,15	1065,6	48,58	60,63	2,76
124 раск	—	939,0	46,66	58,03	2,88
Белый налив	1,19	891,1	31,59	51,05	1,81
124 раск × Белый налив	1,80	1051,8	42,27	67,74	2,72

Тамилла, уступает отцовской форме (сорт Тамилла) как по продуктивности одного растения, так и по количественному содержанию ДНК в клетке.

Следует обратить внимание на то, что хотя во многих случаях мы наблюдаем увеличение относительного содержания ДНК (мг/% на сухое вещество), но эти данные не могут быть использованы при прогнозировании ожидаемого гетерозисного эффекта у гибридов первого поколения. Так, продуктивность гибрида, полученного при скрещивании сорта Стерильная 1 × Mechcast 22, больше, чем у сорта Mechcast 22, в то время как по относительному содержанию ДНК сорт Mechcast 22 превосходит гибрид. В другом случае (124 раск × Тамилла), когда гибрид уступал своему родителю по продуктивности и относительному содержанию ДНК, данный гибрид превосходил сорт Тамилла.

Как видно из таблицы, по содержанию РНК в растении мы не можем судить о наличии гетерозисного эффекта у гибрида. Так, в комбинации гибридизации 124 раск × Волгоградский 5/95 продуктивность гибридного растения составляет 1,58 кг, а у отцовской формы — 1,38. Но по содержанию РНК (как по относительному, так и абсолютному) гибридное растение уступает сорту Волгоградский 5/95.

Таким образом, результаты данных исследований подтвердили непосредственную связь между проявлением гетерозисного эффекта и увеличением количества ДНК в соматической клетке [1, 2, 3]. У гетерозисных гибридов томатов первого поколения в соматической клетке содержится больше ДНК, чем у их родительских форм. Содержание РНК (относительное и абсолютное), а также относительное содержание ДНК не характеризуют наличие гетерозисного эффекта у изученных гибридов.

Литература

1. Али-заде М. А., Алиев Р. Т. «Изв. АН Азерб. ССР, серия биол. наук», № 4, с. 38—40, 1973.
2. Али-заде М. А., Алиев Р. Т. ДАН «Азерб. ССР», т. XXXI, № 2, с. 94—96, 1975.
3. Али-заде М. А., Алиев Р. Т. «Изв. АН Азерб. ССР, серия биол. наук», № 1, с. 33—39, 1977.

Институт генетики и селекции

Поступило 11. VI. 1981

М. А. Элизаде, Д. С. Галустян, А. Д. Мамедова

**ПОМИДОР ГИБРИДЛЭРИНИН БИРИНЧИ НЭСЛИНДЭ ГЕТЕРОЗИС
ЭФФЕКТЛИЈИ ВӘ СОМАТИК ХҮЧЕЈРЭЛЭРДЭ ДНТ-НИН МИГДАРЫ**

Мәғаләдә өҗрәнилән помидор гибриdlәринин һүчәјрәләрдә олан ДНТ-нин мигдары илә гетерозис эффектлији арасында әлағә олдуғу мүнәҗҗән едилмишдир.

M. A. Ali-Zade, D. S. Galustyan, A. D. Mamedova

**INDICES OF HETEROTIC EFFECT IN HYBRIDS OF TOMATOES FIRST
GENERATION AND DNA CONTENT IN SOMATIC CELL.**

The connection between display of heterotic effect and increase of DNA content in somatic cell of studied tomatoes hybrids is shown.

ЧӘЛИЛ МӘММӘДГУЛУЗАДӘНИН ДАҢА БИР МҮАСИРИ

(Азәрбајжан ССР ЕА академики М. З. Чәфәров тәғдим етмишдир)

Көркәмли әдиб Чәлил Мәммәдгулузада илә бирликдә Загафгазија (Гори) мұәллимләр семинаријасында тәһсил алмыш, дөврүнүн танынмыш зијалыларындан олмуш Мирзә Әбүлгасым Султановун һәјәти, педагожи вә әдәби-мәдәни фәалијјәти индијәдәк ләзымынча арашдырылмамышдыр. Мүхтәлиф тәдғигат әсәрләриндә јалныз онун тәһсил илләриндә кәнч Чәлиллә бирликдә чәкдирдији надир шәкил әкс етдирилмәклә кифәјәтләшилмишдир.¹ Ч. Мәммәдгулузадәнин семинарија јолдашы вә әмәл досту һағгында верилән мәлүмат әсасән ашағыдакылардан ибарәт олмушдур. «О, (Әбүлгасым Султанов—И. Һ.) 20 ил әрзиндә өзүнү тамамилә педагожи фәалијјәтә һәср етмиш, 1907-чи илин сонунадәк кечмиш Нахчыван гәзасынын Шаһтахты вә Баш Норашен кәндләриндә мұәллимлик етмишдир.»²

Апарылан ахтарышлар исә М. Ә. Султановун мәктәбдарлыг, театр, әдәбијатла бағлы фәјдалы ишләр көрдүјүнү, елми вә бәдин-публисист јарадычылыгла мәшғул олдуғуну ашқара чыхарыр.

Мирзә Әбүлгасым Һачы Әләкбәр оғлу Султанов 1866-чы илдә Нахчыван шәһәриндә кичик сәнәткар аиләсиндә дүнјаја кәлмишдир. О, 1882-чи илдә Ч. Мәммәдгулузада илә бирликдә Загафгазија (Гори) мұәллимләр семинаријасынын ашағы һазырлыг синфинә дахил олмушдур.³ Ә. Султанов Чәлил Мәммәдгулузадәдән бир ил сонра, 1888-чи илдә ЗМС-ни битирмиш, Јереван—Јелизаветпол губернијасы халг мәктәпләри директорлуғунун 4 август 1888-чи ил тарихли 1205 нөмрәли әмри илә Шаһтахты мәктәбинә икинчи мұәллим тәјин олунмушдур. Сәнәдләрдән өјрәнирик ки, Әбүлгасым Султанов 8 ил бу мәктәбдә чалышыб, икинчи мұәллимликдән мәктәб нәзарәтчилијинә гәдәр јүксәлмиш, јерли зијалылар, о чүмләдән Ч. Мәммәдгулузада илә әлағәни кәсмәмишдир. Шүбһәсиз, Мирзә Чәлилин Баш Норашендә мұәллим ишләјәркән Шаһтахты мәктәбинә дәјишилмәк барәдә рәсми телеграмла⁴ халг мәктәпләри директорлуғуна мұрачигәтинин бир сәбәби Шаһтахтынын әдибин доғулуб боја-баша чатдығы Нахчыван шәһәринә јахынлығы идисә, икинчи мүнүм сәбәб дә 1888-чи илдән тәләбәлик илләриндә бирликдә охудуғу вә һәтта шәкил чәкдирдији Әбүлгасым Султановун Гори мұәллимләр семинаријасыны битирәрәк бура тәјинат алмасы иди.

Кәнч Чәлилин Шаһтахтыја дәјишилмәк тәшәббүсү баш тутмаса да, кечмиш достларын әлағәләри даһа да кенишләнишдир. Әдибин өзүндән башга, гардашы Әләкбәр Мәммәдгулузада дә онунла мәктублашмышдыр. Ә. Мәммәдгулузадәнин 1894-чү илдә Шаһтахтыја кәндәрдији белә мәктублардан бириндә о вахтлар Непрәм мәктәбиндә чалышан Ч. Мәм-

мәдгулузадәнин Мәммәдаға Шаһтахты илә Нахчывандакы илк көрүшү «бөјүк бир һадисә»⁵ адландырылмышдыр.

Ә. Султанов халг мәктәпләри директорлуғунун 5 сентјабр 1896-чы ил тарихли 2109 нөмрәли әмри илә Баш Норашен икисинифли мәктәбинә нәзарәтчи тәјин олунмуш, 15 октјабр 1908-чи ил тарихдәк тутдуғу вәзифәдә чалышыш, нәһәјәт, сәһһәтинә көрә тәғаүдә чыхмышдыр.

Нүмунәви халг мұәллиминә, даир сәнәдләрдән ајдын олур ки, М. Ә. Султанов Баш Норашендә чалышаркән һәр ил мәктәби мөвсүмләрлә әлағәдар оларағ һазырламыш, экскурсијалар тәшкил етмиш, шакирдләри илә бирликдә шәкил чәкдирмишдир. Әлдә едилән бир сијаһы⁶ XIX әсрин 80—90-чы илләриндә вахтилә Ч. Мәммәдгулузадәнин дә мұәллимлик етдији Баш Норашен мәктәбиндә тәһсилли нүмунәви шәкилдә гурулдуғуну мұәјјән едир. Мирзә Әбүлгасым Султанов тәрәфиндән јазылмыш һәмин сијаһыда 1885—1903-чү илләрдә Баш Норашен мәктәбинни битирән 63 нәфәр һағгында ғыса мәлүмат верилмишдир. Бурадан һәмин мәктәбин мәзунларындан Чәлил вә Һүсәјнгулу Сәфијевләрин, Васак Терпосовун Москва университетинә гәбул олундуғлары, Рәһим Қазымбәјовун (1883—1958) Гори мұәллимләр семинаријасында охудуғу ашқар олур. Сијаһыдан өјрәнирик ки, мәктәби битирәнләрдән 6 нәфәри Ирәван мұәллимләр семинаријасында, 12 нәфәри Ирәван кимназијасында тәһсил алмышдыр. Андреј Волошин исә 1903-чү илдә Баш Норашендә тәһсиллини баша чатдырдыгдан сонра Александропол шәһәр мәктәбинә дахил олмушдур.

М. Ә. Султанов јорулмаз маариф, елм вә мәдәнијәт фәданләриндән олмушдур. Онун мәктубларындан⁷ мәлүм олур ки, Әбүлгасым мұәллим көркәмли педагог, маарифчи шаир вә ичтиман хадим Мәммәд Тағы Сидги вә онун оғлу мұәллим, публисист Мәммәдәли Сидги, Гори мұәллимләр семинаријасыны битирдикдән (1882) сонра мәктәбдарлыг вә актјорлугла мәшғул олмуш Мирзә Әләкбәр Сүләјманов, рус дили мұәллими, атенст көрүшләри илә диггәти чәлб едән, Искәндәр образынын прототипләриндән бири, тәһсилли лирик шәрләр мұәллифи Мирзә Чәлил Шүрби, Сәттархан һәрәкатында јахындан иштирак етмиш Әләкбәр Мәммәдгулузада вә башгалары илә даим әлағә сахламыш, бир сыра мәдәни-маариф тәдбирләринин һәјәта кечирилмәсиндә фәаллыг көстәрмишдир.

Мәктубларында һәмчинин ингилабдан әввәл тәһсилли пуллу олмасындан доған чәтинликләрә бахмајарағ о, бөјүк еһтирасла «валидејиләри һәр бир мәшәггәтә гатлашыб, назәнин балалары елм саһибни» етмәјә чағырмышдыр. Чүнки бир мәктубда дејилдији кими, «елмсиз адам һејчә мәнзиләсиндәдир». Буна көрә дә халг мұәллими елмдән хәбәрсизлији «зүлмәт вә наданлыг зәнчиринин алтында јашамағ» адландырылмышдыр. О, бу зүлмәтин пардахлаймасынын, вәтәнин тәрәгги етмәсинин ән мүнүм сәбәбләриндән бирини елм вә маарифә јијәләнмәкдә көрмүш, бүтүн маарифчиләр кими мұбаризә јолларыны ајдын көстәрә билмәсә дә, тәһсил алмағы, маарифә јијәләнмәји тәһирәсалыммаз вәзифә һесаб етмишдир. Мәктублардан бириндә дејилр: «Инсанын чөһәри, гәдр вә гијмәти елм тәһсил етмәсидир. Һәрқан мұсәлман милләти саир милләтләр кими елми вачиб билиб охусајды, бу күн чүрбәчүр балалар башына кәлиб, вәдеји-зүлмәтдә доланмазды, аб-хак вә мүгәддәс Вәтән әлдән кетмәзди. Нә дејим, нә јазым, гој галсын. Анчағ сузнак аһ чәкмәкдән башга өзкә бир әлач әлдән кәлмир. Ләнәт кәлсин о аталара ки, елм,

фәни вә сәнәтдән кәнара дүшүб, бә'зи бимә'на сөzlәрә инаныб, өз өвләд-ларынын һаггында зүлм едибләр. Јан, гәлбим, јан. Шө'лә чәк...»⁸*

Бу вахтадәк тәдгигата чәлб едилмәмиш намә'лум бир дәфтәр⁹ Әбүлгасым Султановун јүксәк елми-нәзәри сәвијјәси, мүтәрәгги әдәби көрүшләри һагда кениш мә'лумат верир. 11 сәһифәдән ибарәт олан «Әдәбијјатшүнаслыг дәфтәри»ндә поезија дүзкүн олараг лирик, епик вә драматик олмагла үч јерә ајрылмыш вә онлардан һәр биринин хүсусијјәтләри мӯәјјәнләшдирилмиш, жанрлары нәзәри чәһәтдән тәһлил олуимушдур. Ә. Султановун јығчам мұлаһизәләри вә ајдын елми гәнаәт-ләри һәинки өз дөврүнүн, һәтта чох һалларда мүасир нәзәри фикрин тәләбләринә дә ујғун кәлир. Онун көрүшләриндә мәшһур рус тәнгидчи-си В. Г. Белинскинин тә'сири ашкар һисс олунар. Мүәллиф лирик поези-јанын предметини мӯәјјәнләшдирәркән Белински илә ејни мөвгедән чы-хыш едәрәк јазыр: «Лирик поезијанын предмети шаирин өзүнүн дахили аләминдән, онун фикир, дүшүнчә вә арзуларындан ибарәтдир. Она көрә дә лирик поезија субъективдир. О, һәр шәјдән әввәл, бизи шаирин шәх-сијјәти илә таныш едир».¹⁰ «Әдәбијјатшүнаслыг дәфтәри»ндә лирикаја нүмунә үчүн М. Ј. Лермонтовун «Дуа ет» шә'ри мисал кәтирилик, бура-да шаирин тәбини кәдәр вә дүшүнчәләринин тәрәннүм олуңдуғу сөјлә-нилмишдир.

«Әдәбијјатшүнаслыг дәфтәри»ндә епик поезијанын хүсусијјәтләри дә дәгиг тәјин олуимушдур. «Епик поезија объективдир. Онда шаирин шәхсијјәти әкс олуңмур. Епик поезијада һәјат тип адландырылан об-разларла әкс етдирилир»,¹¹ — дејән мүәллиф әдәбијјатын бу нөвүнүн тәһлилиндә Н. В. Гоголун, А. С. Пушкинин, И. А. Крыловун јарадычы-лығына бачарыгла истинад етмиш, һәтта А. С. Пушкинин «Полтава» әсәринин жанр хүсусијјәтләринин, идеја-бәдн кәјфијјәтләринин, сурәт-ләр аләминин мүкәммәл елми тәһлилин вермишдир.

М. Ә. Султанов Азәрбајчан әдәбијјатыны да өјрәнмәк, тәрчүмә вә тәблиғ етмәјә бөјүк мараг кәстәрмишдир. О, мәшһур Молла Нәсрәддин ләтифәләрини рус дилинә тәрчүмә етмиш вә мәктәбләрдә истифадә олу-маг мәгсәдилә нәшр етдирмәк үчүн Гафгаз Тәһсил даирәсинә көндәр-мишдир. 6 март 1891-чи ил тарихдә Гафгаз Тәһсил даирәсинин 1444 нөмрәли әмри илә она бу вачиб ишинә көрә тәшәккүр верилмишдир.

Дәрин савада, јүксәк бәдн зөвгә малик мүәллим олан М. Ә. Сул-танов мәхсус сәлигә илә әдәби нүмунәләр мүнтәхабаты да (ад шәрти-дир — И. Һ.) һазырламышдыр. Мүнтәхабатда С. Ә. Ширванинин, М. Ә. Сабирин, А. Шагин, Әли Рази Шәмсиадәнин вә б. мә'лум шә'рләринә кениш јер ајрылмышдыр. Һәтта бурада М. Ә. Сабирин «Ах нечә кеф чәкмәли әјјам иди» шә'ринин Әбүлгасым мүәллим тәрәфиндән фарс дилинә едилмиш тәрчүмәси дә верилмишдир. Лакин бурадакы бә'зи нүмунәләр — Һүсејн Чавидин «Салик» имзасы илә јаз-дығы елм, маариф вә мәдәни тәрәгги мәсәләләриндән бәһс едән мүхәм-мәси, Нахчыванда јашамыш рус дили мүәллими Мирзә Чәлил Шүрби-нин классик услубда јазылмыш гәзәлләри, көркәмли педагог вә шаир Мәһәммәд Тағы Сидгинин шә'рләри кениш охучу күтләсинә чох аз мә-лум олан нүмунәләрди. Мүнтәхабатда имзасы гејд олуңмајан бир нечә шә'р вә дөврүн актуал соснал мотивләрини мә'наландыран бә'зи пуб-

* 25 феврал. «Нури-чешим...» сөzlәри илә башлајан мәктубун әсли Д. Султанова-дадыр. Мәктубун јазылдығы ил кәстәрилмәмишдир. Мәзмүнундән тәхминән 1910-чу илә аид етмәк олар.

лисист јазылар да вардыр ки, гызы Дилбәр ханым Султанова онларын атасы тәрәфиндән јазылдығыны сөјләјир. Бу бәдн-публисист нүмунәләр һәгигәтән Әбүлгасым мүәллимин мәктубларындакы маарифчи фикирлә-ри вә үмүмән онун мүтәрәгги көрүшләри илә сәсләшир. 12 феврал 1912-чи илдә јазылмыш «Иранда гајда-ғанун јохдур» адлы тәхминән 3 (үч) мү-әллиф вәрәги һәчминдә олан публисист-фәлсәфи әсәрдә шаһлыг гурулу-шу, монархија режими кәскин тәнгид олуңмуш, Иранын бүтүн Шәрг өлкәләри, гоңшу дөвләтләрлә мұгајисәдә тәһлилин верилмиш, кәлчәк ипкиншафы үчүн мӯәјјән истигамәтләр төвсијә олуңмушдур. Булар исә М. Ә. Султановун фарс дилинә мүкәммәл јијәләндијини, Шәрг өлкәлә-ринин тарихинә, мәдәнијјәтинә, һәмчинин дә Авропа соснал-фәлсәфи фикринин наилијјәтләринә дәриндән бәләд олдуғуну нүмајиш етдирик.

Мирзә Әбүлгасым Султанов Нахчыванын мәдәни һәјатында да ја-хындан иштирак етмишдир. Бу нүмунәви халг зијалысы Нахчыванда ојнанылан тамашаларда фәал иштиракы илә сечилмишдир. Рзагулу Нәчәфов «Чәлил Мәммәдгулузадә вә Азәрбајчан сәһнәси» мәғаләсиндә¹² Нахчыванда Мирзә Чәлил вә Сидгинин әһатәсиндә чәмләнән һәвәска-р актјор дәстәсиндә М. Ә. Султановун да адыны чәкмиш, онун М. Ф. Ахун-довун драм әсәрләринин тамашаја гојулмасында фәаллыг кәстәрдијин-дән бәһс етмиш, һәтта Әбүлгасым мүәллимин «Мүсјо Жордан» комеди-јасында Күлчәһрә ролуну апардығыны да дәгиг хатырламышдыр.

Бундан башга Әли Хәлилов да «Нахчыван театрынын тарихи» китабында бу шәһәрдә илк «театр ојуңлары чыхармыш» 22 нәфәр һәвәс-кар зијалынын ичәрисиндә онун адыны да гејд етмишдир.¹³

1911—1913-чү илләрдә Ә. Султанов көркәмли бәстәкар Зүлфүгар һачыбәјовун дирижорлуғу илә Нахчыванда тамашаја гојулан «Әлли јашында чаван» әсәриндә Ашбаз Гулу ролунда ојнамышдыр. Әдәби нү-мунәләр мүнтәхабатында һәммин операнын бүтөв мәтнин илә бирликдә «Лејли вә Мәчнун» операсындан да бә'зи парчалар јазыја алынмышдыр. Дилбәр ханым Султанова Әбүлгасым мүәллимин һәммин операда Мәч-нунун атасы ролунда ојнадығыны инди дә хатырлајыр.

Көрүңдүјү кими, 20 ил мүәллимлик етмиш Ә. Султановун елм вә маариф, әдәбијјат вә театр сәһнәсиндәки хидмәтләри мұһүм әһәмијјәтә маликдир. 1916-чы илдә вәфат етмиш Әбүлгасым мүәллимин һәјаты вә педагожи фәалијјәтинин, елми-бәдн вә публисист јарадычылығынын һәртәрәfli шәкилдә өјрәнилмәси Чәлил Мәммәдгулузадәнин ады илә бағлы олан мәдәни һәрәкатын марағлы, намә'лум гатларынын ашкара чыхарылмасына имкан јарада биләр.

Әдәбијјат

1. Бах: Мәммәдов Г. Молла Нәсрәддин (салнамә). Баки, 1966, сәһ. 17. Ш а р и ф А. Рождение Моллы Насреддина. Баку, 1968, стр. 73. 2. Ш а р и ф А. История одного снимка. Газ. «Молодежь Азербайджана», 9 феврал 1966, №16, 8285. 3. Список учеников ЗУС на 1882—1883 уч. год ИГИА Груз. ССР, ф. 422, ед. хр. 1606. 4. Баш Нораши икиснифли мәктәбинин мүәллими Ч. Мәммәдгулузадәнин Шаһтахты мәктәбинә дәјишилмәк һаггында телеграмы. Нахчыван МССР Дөвләт архиви, ф. 314, сах. ваһ. 80, 5. Новрузов Ш. Әдбин илк мұһәрриклик мәктәби. Бах: Чәлил Мәммәдгулузадә (мә-ғаләләр вә хатирәләр) Баки, 1967, сәһ. 250. 6. Султанов Ә. 1885—1903-чү илләрдә галәләр вә хатирәләр) Баки, 1967, сәһ. 250. 7. Султанов Ә. 1885—1903-чү илләрдә галәләр вә хатирәләр) Баки, 1967, сәһ. 250. 8. Султанов Ә. 1885—1903-чү илләрдә галәләр вә хатирәләр) Баки, 1967, сәһ. 250. 9. Султанов Ә. 1885—1903-чү илләрдә галәләр вә хатирәләр) Баки, 1967, сәһ. 250. 10. Јенә А. Тетрадь по словесности. Нахчыван МССР Дөвләт Тарих Музеји, КП-2320.

орада, сәһ. 4. 11. Јенә орада, сәһ. 6—7. 12. Мәммәдгулузаде Ч. (мәгаләләр вә хатирәләр), Бақы, 1967, сәһ. 84. 13. Хәлилов Ә. Нахчыван театрынын тарихи. Бақы, 1964, сәһ. 14.

Акад. Ј. Мәммәдәлијев адына
Нахчыван ДПИ

Иса Габиров

Алынмышдыр
15.III.1982-чи ил

ЕЩЕ ОБ ОДНОМ СОВРЕМЕННОМ ДЖАЛИЛА МАМЕДКУЛИЗАДЕ

Впервые в азербайджанском литературоведении в статье освещается научно-теоретическая и художественно-публицистическая деятельность одного из современников Джагила Мамедкулизаде — Мирзи Абулькасума Султанава (1866—1916), учившегося в Закавказской (Горькой) учительской семинарии вместе с будущим великим писателем в 1882—1888 гг.

Автор дал подробную информацию о «Хрестоматии» М. А. Султанава, неизвестной до сих пор широким читательским массам и исследователям, «Литературоведческих тетрадях», а также литературно-культурной и педагогической деятельности современника Мирзы Джагила.

Isa Habibov

ABOUT JALIL MAMEDGULUZADE'S CONTEMPORARY

In this article for the first time the life and creative activity of one of schoolmasters of Jalil Mamedguluzade in Gori teacher seminary Abul Gasim Sultanov are studied.

УДК 415

ЯЗЫКОЗНАНИЕ

Г. В. КАГРАМАНОВА, З. С. ЗЕЙНАЛОВА

СЕМАНТИКО-СИНТАКСИЧЕСКАЯ ВАЛЕНТНОСТЬ АЗЕРБАЙДЖАНСКОГО ГЛАГОЛА «КӘТИРМӘК»

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. Ш. Ширалиевым)

Слова в нашей речи употребляются не изолированно, а вступают в определенные связи, подчиненные определенным закономерностям данной языковой системы, которые в настоящее время в лингвистике объединяются под общим понятием «валентность». Системный подход к исследованию явлений языка и признание того факта, что валентность находится в точке пересечения грамматики и лексикологии, синтаксиса и семантики, связь ее с рядом актуальных проблем современного языкознания обуславливают интерес к проблеме валентности. В целом понятие валентности в советском языкознании трактуется довольно широко, как потенциальная способность единиц языка сочетаться с другими единицами.

Данная работа посвящена исследованию семантико-синтаксической валентности азербайджанского глагола «кәтирмәк»; выражающего действие «перемещение предмета в пространстве при динамическом воздействии на него».

Если семантическая валентность подразумевает потенциальную сочетаемость слова с другими словами, словосочетаниями на основе их обобщенного лексического и функционально-семантического значений, то синтаксическая валентность выступает как потенциальная способность слова вступать в синтаксические связи с другими словами на синтагматической оси.

Основными методами анализа семантико-синтаксической валентности глагола «кәтирмәк» являются дистрибутивный, трансформационный, компонентный и контекстологический анализы.

Методом компонентного анализа в смысловой структуре азербайджанского глагола «кәтирмәк» выявлены 9 ЛСВ, а именно: «приносить, привозить что-либо, кому-либо», «приводит кого-либо, куда-либо», «сообщать о чем-либо», «вызывать, влечь за собой что-либо», «приносить плоды, урожай», «приводить пример», «приносить доход», «приводить, доводить кого-либо до какого-либо состояния», «приводить кого-либо, куда-либо, по причине чего-либо». В ходе дистрибутивного анализа для глагола «кәтирмәк» выявлены 3 модели синтаксической валентности: $N_1 - (N_3) - N_2 - V$; $N_1 - N_2 - Adv/N_4 - V$; $N_1 - N_2 - N_4 - V$.

Семантико-синтаксическая валентность выступает как совокупность квантитативной, конфигурационной, реляционной и селекционной валентностей. Квантитативная валентность определяет число актантов в окружении глагола. Конфигурационная — регулирует формальные средства выражения синтаксических отношений актантов. Вы-

явлением синтаксических функций актантов устанавливается реляционная валентность. Селекционная валентность глагола подразумевает способность последнего избирательно сочетаться с другими словами определенного семантического класса. Причем, число и характер актантов закреплены в позиционном плане глагола — носителя валентности.

Модель $N_1 - (N_3) - N_2 - V$ является наиболее частотной моделью синтаксической валентности глагола «кәтирмәк», в которой реализуются как прямые, так и переносные значения данного глагола. В рамках данной модели глагол «кәтирмәк» выступает трехвалентным глаголом с обязательным субъектом и объектом действия и факультативным адресатом. Обязательность или факультативность актантов проверяется пробой на элиминацию. Лексическое наполнение окружений данного глагола самое различное в зависимости от того, какой лексико-семантический вариант его реализуется.

Азербайджанский глагол «кәтирмәк» в данной модели реализует прежде всего свое основное номинативное значение «приносить, привозить что-либо кому-либо». Например: Пакизә (бизә) чај кәтирди. Позиция N_1 в данной модели заполняется существительным одушевленным со значением «лица/не лица» или его местоименным эквивалентом. Лексическое наполнение позиции N_2 — самое широкое, любое одушевленное существительное вещественного характера, тогда как позиция N_3 заполняется только существительным одушевленным.

В данной модели глагол «кәтирмәк» реализует свои и номинативно-производные значения. Так, при реализации ЛСВ «сообщать что-л.» позиция N_1 заполняется существительным одушевленным со значением «лица», позиция N_2 — существительным абстрактным с семантикой отвлеченного предмета, такие как хәбәр, мә'лумат. Например: Гоншу арвадлары (Исмәтә) шад хәбәр кәтирди.

Позиция N_2 заполняется существительным абстрактным, например, мисал, дәлил, при реализации ЛСВ «приводить что-либо в качестве примера». Например: Гәмид (мәнә) бир мисал да кәтирди.

При реализации ЛСВ «вызывать, влечь за собой» позиции N_1 и N_2 замещаются существительными абстрактными, обозначающими отвлеченные понятия, характеризующие явления и состояния природы. Например: Јел өзү илә Јағмур кәтирди.

Позиция N_2 в данной модели может заполняться также существительным абстрактным, обозначающим умственное, эмоциональное, психическое состояние. Позиция N_1 при этом заполняется любым абстрактным существительным. Например: Мүһаризә (она) Јуху кәтирди.

ЛСВ «приносить доход, прибыль», реализуясь в данной модели, требует заполнения позиции N_2 только существительным абстрактным, обозначающим денежные отношения, тогда как заполнение позиции N_1 самое широкое — любое одушевленное/неодушевленное и абстрактное существительное. Например: Бу иш (мәнә) Јахшы газанч кәтирди.

Позиции N_1 и N_2 замещаются существительными неодушевленными с семантикой «растительный мир» при реализации ЛСВ «приносить плоды, урожай». Например: Ағач чохла бар кәтириб.

Модель $N_1 - N_2 - Adv/N_4 - V$ представляет собой адвербиальное расширение модели $N_1 - (N_3) - N_2 - V$. В данной модели глагол «кәтирмәк» является трехвалентным с обязательным субъектом, объектом и обстоя-

тельством определителем. Причем, семантика глагола-носителя валентности не только предопределяет обязательное наличие элемента позиции Adv. в своем окружении, но и характер его лексического наполнения, а именно, локальный характер.

Наиболее частотным ЛСВ, употребляющимся в этой модели, является значение «приводить, привозить кого-либо, куда-либо». При этом позиция N_1 замещается существительным одушевленным с семантикой лица / не лица, а также существительным неодушевленным, обозначающим «вид транспорта». Позиция N_2 заполняется только существительным одушевленным с семантикой лица / не лица, позиция Adv. существительным неодушевленным с локальным значением, реже наречием места. Например: Бријант бачы мәни фермаја кәтирди. При замещении позиции N_1 существительным абстрактным глагол «кәтирмәк» также реализует ЛСВ «приводить кого-либо куда-либо». Однако в данном случае значение это десемантизировано, так как объект перемещается в пространстве по причине каких-либо обстоятельств, а не при динамическом воздействии на него. Например:

Әмәјә бағлылыг, торпаға мәһәббәт Мәмәдрзаны совхоза кәтирди. В модели $N_1 - N_2 - N_4 - V$ глагол «кәтирмәк» также выступает трехвалентным объектным глаголом, открывающим две синтаксические позиции для замещения прямым и косвенным дополнением. В данной модели он реализует ЛСВ «приводить, доводить кого-либо до какого-либо состояния», требуя заполнения позиций N_1 и N_2 существительными одушевленными или абстрактными, позиция N_4 замещается только существительным абстрактным. Например: Мә'насыз шикајәтләр Ламинәни тәнкә кәтирди.

В ходе развития языка многие сочетания азербайджанского глагола «кәтирмәк» с существительными абстрактными превратились в устойчивые фразеологические сочетания, например: Јола кәтирмәк, дәһшәтә кәтирмәк. Таким образом, наш анализ показал, что азербайджанский глагол «кәтирмәк» является трехвалентным глаголом во всех своих значениях

$V_2 - N_1 - (N_3) - N_2 - V$	приносить, привозить что-либо
	куда-либо сообщать что-либо, при-
	носить известия вызывать, влечь за
	собой что-либо приносить доход,
	прибыль приносить урожай, плоды.
	приводить пример.
$V_3 - N_1 - N_2 - Adv./N_4 - V$	приводить, привозить кого-либо
	куда-либо приводить кого-либо,
	куда-либо по причине чего-либо.
$V_3 - N_1 - N_2 - N_4 - V$	приводить, доводить кого-либо до
	какого-либо состояния

Институт языкознания
им. Наҗми

Поступило 28. IX. 1983

АЗЕРБАЙДЖАН ДИЛИНДӘКИ «КӘТИРМӘК» ФЕ'ЛИНИН СЕМАНТИК-СИНТАКСИК ВАЛЕНТЛИК ӘЛАМӘТЛӘРИ

Мәғаләдә Азәрбајҹам дилиндә «кәтирмәк» фе'линин семантик-синтаксик валентини ашкар едир. Анализдә бу фе'лин 3 синтаксик валентлик тәркиби ајдылашдырылмышдыр. «Кәтирмәк» фе'линин валентлик анализи кәстәрир ки, о бүтүн лексик-семантик мәналарында 3 валентлидир.

G. V. Kagramanova, Z. S. Zeinalova

SEMANTIC-SYNTACTICAL VALENCY OF THE VERB „KƏTIRMƏK“ IN THE AZERBAIJANIAN LANGUAGE

In the article the semantic-syntactical valency of the Azerbaijanian verb „kə-tirmək“ is studied. 3 syntactical patterns were revealed; $N_1-(N_2)-N_3-V$, $N_1-N_2-Adv./N_3-V$ and $N_1-N_2-N_3-V$.

The analysis showed that the verb „kətirmək“ is trivalent in all its lexico-semantic meanings.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазиијат

- К. Ј. Леонов, З. Ә. Һүсејнов. Бир синиф квазихәтти гиперболик тәнликләр үчүн гарышыг мәсәләнни глобал һәлли
М. А. Садыгов. Диференсиал дахиломманын минимуму үчүн бир сыра зәрури вә кафи шәртләр. 3
Т. А. Шәрифов. Бир синиф гејри-хәтти үчүнчү тәртиб хусуси төрәмәли диферен- 6
сиал тәнликләр үчүн сонлу областда гојулмуш бирләчүлү сәрһәд мәсәләсинин үмуми- 10
ләшмни һәллини тәдгиги
Ә. Р. Мәһәмәдов, Һ. М. Нәбијев. Максимумлу диференсиал тәнликләр үчүн орталашдырма принципи 17

Јарымкечиричиләр физикасы

- Ч. Ә. Һүсејнов, И. К. Кәримов, Р. Г. Вәлијев, Р. З. Садыгов, М. Ә. Ал- 21
чанов. $CdIn_2S_4$ бирләшмәсинин истилик вә еластики хассәләри
М. И. Әлијев, Ә. З. Данбов, И. Г. Оганова. Индиум антимоидинин епи- 25
таксиал тәбәғәләриндә ениңә Нернст—Еттингһаузен еффеки
А. В. Горшков, Ф. А. Зантов, Ф. К. Исајев, Г. М. Шалјапина, 29
С. Б. Шанкин, И. С. Асатурва. $Cd_{0.2}Hg_{0.8}Te$ јарымкечиричисиндә аксептор ашгар-
ларынын диффузијасы

Нефт буруғларынын механикасы

- Ф. Һ. Вәлијев. Фаза кечиди кинетикасынын експериентал тәдгиги 34

Үзви кимја

- Һәбиб Рәһман, Тухи, С. Ф. Гарајев, Ш. Ә. Һүсејнов, М. М. Мөвсүм- 38
задә, 1-п-бромфенил-3-бутин-1-ол вә онун төрәмәләри

Кеокимја

- П. С. Гаврилјук, Ә. А. Мәғриби, А. М. Ағакишијев. Гызылбулаг мис- 42
јатағы филизиндәки халкопиритин селен вә теллурлуғу (Кичик Гафгаз)

Нефт-кимја

- С. Ч. Мейдијев, Һ. М. Әлимәрданов, М. М. Дәмиров. Метилсиклопента- 47
нын мис-алүминиум катализатору үзәриндә дегидрокенләшмә реаксијасынын
тәдгиги

Нефт кеолокијасы

- Е. Ә. Ағамирзәјева, Т. А. Һүсејнова, Һ. Х. Рәһимова. Сијәән—Нарда- 52
ран сәһәси нефтләринин оксидләшмә—бәрпа потенснәли вә һидрокен кәстәричиси

Палеонтолокија вә стратиграфија

- Х. Әлијулла, Ш. Ә. Бабајев, Р. О. Гошгарлы, С. А. Шыхлиски. 55
Парадаш (Нах, МССР) кәсилишинин стратиграфик бөлкүсү

Кенетика

- Е. Р. Мейдизадә, Ч. Н. Нағыјева, У. К. Әләкбәров. Ауксинин ситоке- 59
нетик фәаллығы

Ботаника

- Ф. Ә. Әһмәдзаде, Н. Ә. Нүсәйнова. Мәргәмноху ду чинсинин бә'зи новларинин динин гаметофитларинин морфоложи-эмбриоложи хусусијјәтләри 62
 Ә. И. Мајылов, В. В. Нәтәмов. Азәрбајҗанын отлаг типларинин јем дәрјәли-лији вә тутуму 65

Битки физиолокијасы

- М. А. Әлизаде, Д. С. Галустјан, А. Д. Мәмәдова. Помидор һибридләринин биринчи нәслиндә һетерозис ефектлији вә соматик нүчәјрәләр ДНТ-нин миг-дары 69

Әдәбијјатшүнаслыг

- Иса Нәбибов. Чәлил Мәмәдгулузадеһини даһа бир мүасири. 72

Дилчилик

- Г. В. Гәһрәманова, З. С. Зејналова. Азәрбајҗан дилиндәки «кәтирмәк» фе-липин семантик-синтаксик валентлик әләмәтләри 77

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

- К. Я. Леонов, З. А. Гусейнов. Разрешимость в целом первой начально-краевой задачи для одного класса квазилинейных гиперболических уравнений 3
 М. А. Садыгов. О некоторых необходимых и достаточных условиях миниму-ма для дифференциальных включений 6
 Т. А. Шарифов. Исследование обобщенного решения одномерной крае-вой задачи в конечной области для одного класса дифференциальных уравнений в частных производных третьего порядка с нелинейной операторной правой частью 10
 А. Р. Магомедов, Г. М. Набиев. Принцип усреднения для диффе-ренциальных уравнений с максимумами 17

Физика полупроводников

- Д. А. Гусейнов, чл.-корр. И. Г. Керимов, Р. К. Велиев, Р. З. Садыгов, М. А. Алджанов. Тепловые и упругие свойства $CdIn_2S_4$ 21
 Акад. М. И. Алиев, А. З. Данбов, И. Г. Оганова. Поперечный эффект Нернста-Эттингсгаузена в эпитаксиальных пленках антимонида индия 25
 А. В. Горшков, Ф. А. Зантов, Ф. К. Исаев, Г. М. Шалапина, С. Б. Шагин, И. С. Асатурова. Диффузия акцепторных примесей $Cd_{0,2}Hg_{0,8}Te$ 29

Нефтепромысловая механика

- Ф. Г. Велиев. Экспериментальное исследование кинетики фазового перехода 34

Органическая химия

- Хабиб Рахман Тухи, С. Ф. Караев, Ш. О. Гусейнов, чл.-корр. М. М. Мовсумзаде. 1-н-бромфенил-3-бутин-1-ол и его производные 38

Геохимия

- П. С. Гаврилюк, А. А. Магриби, А. М. Агакишиев. О селено-и теллуриносности халькопирита в медных рудах Кызылбулагского месторож-дения (Малый Кавказ) 42

Нефтехимия

- Акад. С. Д. Мехтиев, Х. М. Алимарданов, М. М. Дамиров. Окислительное дегидрирование метилциклопентана в присутствии алюмо-мед-ного катализатора 47

Геология нефти

- Э. А. Агамирзоева, Т. А. Гусейнова, Г. Х. Рагимова. Окисли-тельно-восстановительный потенциал и водородный показатель нефтей площа-ди Сназаны — Нардаран 52

Палеонтология и стратиграфия

- Х. Алиюлла, Ш. А. Бабаев, Р. О. Кошкарлы, С. А. Шихли-ский. Расчленение разреза Парадаш (Нах. АССР). 55

Генетика

- Э. Р. Мехти-заде, Д. Н. Нагиева, У. К. Алекперов. Цитогенети-ческая активность ауксина 59

Ботаника

- Ф. А. Ахмедзаде, Н. А. Гусейнова. Сравнительно-морфолого-эмбриологическое развитие женского гаметофита некоторых представителей рода *Teucrium* L. 62
- А. И. Маилов, В. В. Атамов. Кормовая ценность и емкость типов пастбищ Азербайджана 65

Физиология растений

- Акад. М. А. Ализаде, Д. С. Галустян, А. Д. Мамедова. Показатели гетерозисного эффекта у гибридов первого поколения томатов и содержание ДНК в соматической клетке 69

Литературоведение

- И. Габиев. Еще об одном современнике Джагила Мамедкулизаде . . . 72

Языкознание

- Г. В. Каграманова, З. С. Зейналова. Семантико-синтаксическая валентность азербайджанского глагола «кэтирмэк» 77

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 ехр. Занумерованные формулы обязательно выключаются в красную строку, номер формулы ставится у правого края страницы. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки. Подстрочные и надстрочные индексы и степени следует отмечать карандашом, дугами сверху и снизу:

K^n , r_n

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

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

Следует избегать знаков типа ~ (волна), $\odot$, $\otimes$, $\otimes$; $\square$ $\square$, $\diamond$, $\vee$ $\wedge$

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

$\times$, ϵ , ϕ , ϕ , ϕ , ϵ .

Латинские названия вписываются на машинке.

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

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

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

13. Необходимо тщательно проверить написание местных географических названий.

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

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

для журнальных статей: инициалы и фамилии 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.

Сдано в набор 06. 03. 84. Подписано к печати 22. 03. 84. ФГ 00651. Формат бумаги 70×100¹/₁₆. Бумага типографская № 1. Гарнитура шрифта литературная. Печать высокая. Печ. лист 6,82. Уч. изд. лист 5,39. Тираж 605. Заказ 382. Цена 70 коп.

Издательство «Элм».

370143 Баку-143, проспект Нариманова, 31, Академгородок, Главное здание Типография «Красный Восток» Государственного комитета Азербайджанской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Баку, ул. Ази Асланова, 80