

7-168

АЗƏРБАЙҶАН ССР ЕЛМЛƏР АКАДЕМИЈАСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ XXXIII ЧИЛД

1977.8

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Г. Б. Абдуллаев (главный редактор),
Ал. А. Ализаде, В. Р. Волобуев, Г. Г. Гасанов,
Дж. Б. Гулиев, Н. А. Гулиев, А. И. Гусейнов, М. З. Джафаров,
Ю. М. Сендов, (зам. главного редактора), Г. Ф. Султанов,
А. С. Сумбатзаде, М. А. Топчибаев, Т. Н. Шахтахтинский,
Г. Г. Зейналов (ответств. секретарь).

© Издательство «Элм», 1977 г.

Адрес: г. Баку, Коммунистическая, 10. Редакция «Докладов Академии наук
Азербайджанской ССР»

УДК 513.88+519.3:62-50+517, 919.2+51:(5.612.122

МАТЕМАТИКА

Чл.-корр. АН Азерб. ССР Дж. Э. АЛЛАХВЕРДИЕВ, Н. К. АЛЛАХВЕРДИЕВА

О ЗАДАЧЕ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ОПЕРАТОРНОГО УРАВНЕНИЯ В ГИЛЬБЕРТОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

В работе [1] было получено необходимое и достаточное условие оптимальности начального управления для систем, описываемых дифференциально-операторным уравнением, при условии, что система собственных и присоединенных элементов (с. с. п. э.) операторного пучка $A(\lambda)$, соответствующего данному уравнению, образует n -кратный базис.

В настоящей статье работа [1] обобщена и усилена с двух позиций, а именно, рассматривается уравнение с запаздыванием и, кроме того, условие базисности с. с. п. э. заменяется более слабым условием: n -кратной полнотой с. с. п. э. операторного пучка $A(\lambda) = e^{-\lambda\tau_0} A_0 + \lambda e^{-\lambda\tau_1} A_1 + \dots + \lambda^{n-1} e^{-\lambda\tau_{n-1}} A_{n-1} + \lambda^n A_n$ и корректности задачи (1)–(2).

Пусть в гильбертовом пространстве H рассматривается дифференциально-операторное уравнение n -го порядка с запаздывающим аргументом

$$u(t) = A_0 u(t - \tau_0) + A_1 \frac{du(t - \tau_1)}{dt} + \dots + A_{n-1} \frac{du(t - \tau_{n-1})}{dt} + A_n \frac{d^n u(t)}{dt^n} \quad (1)$$

с начальными условиями

$$u^{(i)}(t) = \varphi_i(t) \quad \text{при } t \in [-\tau_i, 0], \quad i = \overline{0; n-1}. \quad (2)$$

Здесь $\tau_0, \tau_1, \dots, \tau_{n-1}$ — постоянные запаздывания, $A_0, A_1, \dots, A_n$ — линейные вполне непрерывные операторы, действующие в гильбертовом пространстве H . Предполагается, что уравнение $A_n x = 0$ имеет только нулевое решение, начальные функции $\varphi_i(t)$, $i = \overline{0; n-1}$, суммируемы с квадратом на отрезке $[-\tau_i, 0]$, задача (1)–(2) поставлена корректно по начальным данным в пространстве $H_1([0; T], H)$, где H_1 — гильбертово пространство, элементы которого суммируемы с квадратом на отрезке $[0, T]$ со скалярным произведением

$$(x, y)_H = \int_0^T (x(t), y(t))_H dt.$$

Ставится следующая задача: При фиксированных $\varphi_m(t), \dots, \varphi_{n-1}(t)$ найти такие начальные функции $\varphi_l(t), l=0; m-1$, со значениями в каждый момент времени из замкнутых выпуклых множеств $K_l, l=0; m-1$, соответственно, которые с соответствующим решением $u(t)$, минимизируют функционал:

$$J(\varphi_0, \dots, \varphi_{m-1}) = (u(T) - u_0, u(T) - u_0) + \gamma \sum_{l=0}^{m-1} (\varphi_l(0), \varphi_l(0)) + \gamma_1 \sum_{l=0}^{m-1} \times \\ \times \int_{-\tau_1}^0 (\varphi_l(t), \varphi_l(t)) dt, \quad (3)$$

где u_0 — заданный элемент из пространства H , γ, γ_1 , положительные постоянные, T — фиксированное время.

С учетом предположений доказывается единственность оптимального управления.

Вывод условий оптимальности опирается на формулы приращения функционала (3):

$$\Delta J = 2(u(T) - u_0, \Delta u(T)) + \gamma \sum_{l=0}^{m-1} (2\varphi_l(0) + \Delta\varphi_l(0), \Delta\varphi_l(0)) + \gamma_1 \sum_{l=0}^{m-1} \int_{-\tau_1}^0 (2\varphi_l(t) + \\ + \Delta\varphi_l(t), \Delta\varphi_l(t)) dt + (\Delta u(T), \Delta u(T)). \quad (4)$$

Введением вспомогательной функции $\psi(t), 0 \leq t \leq T$, являющейся решением сопряженной задачи

$$\dot{\psi}(t) = A_0^* \psi(t + \tau_0) - A_1^* \frac{d\psi(t + \tau_1)}{dt} + \dots + (-1)^{n-1} A_{n-1}^* \frac{d^{n-1}\psi(t + \tau_{n-1})}{dt^{n-1}} + \\ + (-1)^n A_n^* \frac{d^n \psi(t)}{dt^n} \quad (5)$$

$$\psi^{(l)}(t) = 0 \quad \text{при } t \in (T, T + \tau_1), \quad l = 0; n-1$$

$$\psi(T) = \dots = \psi^{(n-2)}(T) = 0, \quad \psi^{(n-1)}(T) = (-1)^n A_n^{*-1} [u(T) - u_0] \quad (6)$$

показывается, что решения задачи (1) — (2) в приращениях и задачи (5) — (6) удовлетворяют следующему тождеству

$$2(u(T) - u_0, \Delta u(T)) + \sum_{l=0}^{m-1} \int_{-\tau_1}^0 (A_l^* \psi(t + \tau_l), \Delta\varphi_l(t)) dt - \left(A_1^* \psi(\tau_1) - \dots + \right. \\ \left. \dots + (-1)^{n-1} A_n^* \frac{d^{n-1}\psi(0)}{dt^{n-1}}, \Delta\varphi_0(0) \right) - \dots - \left(A_m^* \psi(\tau_m) - \dots + \right. \\ \left. + (-1)^{n-m} A_n^* \frac{d^{n-m}\psi(0)}{dt^{n-m}}, \Delta\varphi_{m-1}^{(0)}(0) \right) = 0.$$

В силу этого тождества, выражение (4) преобразуется к виду

$$\Delta J(\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_{m-1}) = - \sum_{l=0}^{m-1} \int_{-\tau_1}^0 [H_l(\psi(t + \tau_l), \varphi_l(t) + \Delta\varphi_l(t)) -$$

$$- H_l(\psi(t + \tau_l), \varphi_l(t))] dt - \sum_{l=0}^{m-1} [H_l^0(\psi(\tau_{l+1}), \dots, \psi^{(n-1-l)}(0), \varphi_l(0)) -$$

$$- H_l^0(\psi(\tau_{l+1}), \dots, \psi^{(n-1-l)}(0), \varphi_l(0))] + (\Delta u(T), \Delta u(T)),$$

где

$$H_l(\psi(t + \tau_l), \varphi_l(t)) = (A_l^* \psi(t + \tau_l), \varphi_l(t)) - \gamma_l(\varphi_l(t), \varphi_l(t)),$$

$$H_l^0(\psi(\tau_{l+1}), \dots, \psi^{(n-1-l)}(0), \varphi_l(0)) = \left(-A_{l+1}^* \psi(\tau_{l+1}) + \dots + (-1)^{n-l} \times \right. \\ \times A_n^* \frac{d^{n-l-1}\psi(0)}{dt^{n-l-1}}, \varphi_l(0) \Big) - \gamma_l(\varphi_l(0), \varphi_l(0)), \quad l = \overline{0; m-1}.$$

Справедлива

Теорема. Для того, чтобы $\varphi_0^0(t), \dots, \varphi_{m-1}^0(t)$ были оптимальными по функционалу (3) необходимо и достаточно, чтобы выполнялись соотношения

$$H_l(\psi(t + \tau_l), \varphi_l^0(t)) = \sup_{\varphi_l \in K_l} H_l(\psi(t + \tau_l), \varphi_l(t))$$

почти для всех $t \in [-\tau_1, 0]$,

$$H_l^0(\psi(\tau_{l+1}), \dots, \psi^{(n-1-l)}(0), \varphi_l^0(0)) = \sup_{\varphi_l(0) \in K_l} H_l^0(\psi(\tau_{l+1}), \dots, \psi^{(n-1-l)}(0), \varphi_l(0)), \\ l = \overline{0; m-1}.$$

Здесь $\psi(t)$ — решение сопряженной задачи (5) — (6), соответствующее начальным функциям $\varphi_0^0(t), \varphi_1^0(t), \dots, \varphi_{m-1}^0(t), \varphi_m(t), \dots, \varphi_{n-1}(t)$.

В доказательстве существенно используется оценка приращения решения, которая находится с помощью предположений, что система собственных и присоединенных элементов операторного пучка

$$A(\lambda) = e^{-\lambda\tau_0} A_0 + \lambda e^{-\lambda\tau_1} A_1 + \dots + \lambda^{n-1} e^{-\lambda\tau_{n-1}} A_{n-1} + \lambda^n A_n$$

n -кратно полна* и задача (1) — (2) поставлена корректно по начальным данным. Далее доказательство проводится по схеме, аналогичной [1], [3].

Частный случай. Если начальные условия для уравнения (1) выбрать в виде

$$\varphi_l(t) = \sum_{j=0}^{m_1} a_j^l t^j \quad \text{при } t \in [-\tau_1, 0], \quad l = \overline{0; m-1},$$

и рассмотреть задачу нахождения управляющих элементов $a_j^l \in K_j^l, l=0; m-1, j=0; m_1$, минимизирующих функционал

$$J(a_0^0, \dots, a_{m_0}^0, \dots, a_0^{m-1}, \dots, a_{m_{m-1}}^{m-1}) = (u(T) - u_0, u(T) - u_0) + \gamma \sum_{l=0}^{m-1} (a_0^l, a_0^l) + \\ + \gamma_1 \sum_{l=0}^{m-1} \int_{-\tau_1}^0 \left(\sum_{j=0}^{m_1} a_j^l t^j, \sum_{k=0}^{m_1} a_k^l t^k \right) dt,$$

* При $\tau_0 = \tau_1 = \dots = \tau_{n-1} = 0$ теоремы n -кратной полноты имеются в [2], [4], а в случае некоторых соотношений между $\tau_l, l=0; n-1$, аналогичные теоремы могут быть легко доказаны.

то необходимое и достаточное условие оптимальности имеет вид:

$$\sum_{j=0}^{m_1} \left(\int_{-\tau_1}^0 A_1^* \psi(t+\tau_1) t^j dt, a_j^{i_0} \right) - \gamma_1 \sum_{j=0}^{m_1} \sum_{k=0}^{m_1} b_{1,j+k} (a_k^{i_0}, a_j^{i_0}) +$$

$$+ \left(-A_{1+1}^* \psi(\tau_{1+1}) + \dots + (-1)^{n-1} A_n^* \frac{d^{n-1} \psi(0)}{dt^{n-1-1}}, a_0^{i_0} \right) - \gamma (a_0^{i_0}, a_0^{i_0}) =$$

$$= \sup_{a_0^1 \in K_0^1} \left(\sum_{j=0}^{m_1} \left(\int_{-\tau_1}^0 A_1^* \psi(t+\tau_1) t^j dt, a_j^1 \right) - \gamma_1 \sum_{j=0}^{m_1} \sum_{k=0}^{m_1} b_{1,j+k} (a_k^1, a_j^1) + \right.$$

$$\left. + \left(-A_{1+1}^* \psi(\tau_{1+1}) + \dots + (-1)^{n-1} A_n^* \frac{d^{n-1} \psi(0)}{dt^{n-1-1}}, a_0^1 \right) - \gamma (a_0^1, a_0^1) \right\},$$

$$t = \overline{0; m-1},$$

$$\text{где } b_{1,j+k} = \frac{(-1)^{j+k} \tau_{j+k-1}}{j+k+1}$$

Литература

1. Аллахвердиев Дж. Э., Аллахвердиева Н. К. Об одной задаче оптимального управления в гильбертовом пространстве. Дифференциальные уравнения, 1977.
2. Аллахвердиев Дж. Э. О несамосопряженных операторах рационально-зависящих от спектрального параметра. ДАН СССР, 1969, т. 186, №4, стр. 743-746.
3. Егоров А. И. Оптимальные процессы в системах с распределенными параметрами и некоторые задачи теории инвариантности. Изв. АН СССР, серия матем., т. 29, № 6.
4. Келдыш М. В. О полноте собственных функций некоторых классов несамосопряженных линейных операторов. Усп. матем. наук, 1971, т. XXVI, вып. 4, 160, стр. 15-41.

Институт кибернетики

Поступило 3. V 1977

Ч. Е. Аллахвердиев, Н. К. Аллахвердиева

ГИЛБЕРТ ФЭЗАСЫНДА ДИФЕРЕНЦИАЛ-ОПЕРАТОР ТЭНЛИК ҮЧҮН ОПТИМАЛ ИДАРЭТМЭ МЭСЭЛЭСИ ҲАГГЫНДА

Мағалләдә гилберт фэзасында

$$u(t) = A_0 u(t-\tau_0) + A_1 \frac{du(t-\tau_1)}{dt} + \dots + A_{n-1} \frac{d^{n-1} u(t-\tau_{n-1})}{dt^{n-1}} + A_n \frac{d^n u(t)}{dt^n}$$

тэнлији илә ифадә олуған системни башлангыч вәзијәтинини оптимал идарә едилмәси мәсәләсинә бахылмышдыр. Минималлашдырылан функционалын шәкли квадратикдир. Оптимал идарәнини јекәнәлији көстәрилмиш вә $A(\lambda) = e^{-\lambda \tau_0} A_0 + \lambda e^{-\lambda \tau_1} A_1 + \dots + \lambda^{n-1} e^{-\lambda \tau_{n-1}} A_{n-1} + \lambda^n A_n$ оператор дәстәсинини мәхсуси вә гошма элементләри системинини n -гәт тамлығы вә башлангыч мәсәләнини, корректлији шәртләри дахилиндә оптималлыг үчүн әзәрури вә кафи шәрт верилмишдыр.

J. E. Allahverdiev, N. K. Allahverdieva

ON THE PROBLEM OF OPTIMAL CONTROL FOR DIFFERENTIAL-OPERATOR EQUATION IN HILBERT SPACE

In Hilbert space it is considered the problem of optimal control by initial state of system, described by differential-operator equation:

$$u(t) = A_0 u(t-\tau_0) + A_1 \frac{du(t-\tau_1)}{dt} + \dots + A_{n-1} \frac{d^{n-1} u(t-\tau_{n-1})}{dt^{n-1}} + A_n \frac{d^n u(t)}{dt^n}$$

The quality criterion is quadratic, it is proved uniqueness of optimal control and it is obtained the necessary and sufficient condition of optimality on conditions n -fold completeness of the eigen- and adjoint elements of the operator bunches $A(\lambda) = e^{-\lambda \tau_0} A_0 + \lambda e^{-\lambda \tau_1} A_1 + \dots + \lambda^{n-1} e^{-\lambda \tau_{n-1}} A_{n-1} + \lambda^n A_n$ and correctness of initial value problem

УДК 519. 45

ТЕОРИЯ ПОЛУГРУПП

Э. А. БАБАЕВ

Σ-ПЛОТНЫЕ ИДЕАЛЫ ПОЛУГРУД

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

Важную роль при получении абстрактных характеристик, изучении групп автоморфизмов полугрупп и исследовании вопроса продолжения изоморфизмов полугрупп сыграло, введенное Е. С. Ляпиным [4], понятие плотно вложенного идеала. Однако в связи с тем, что при рассмотрении некоторых полугрупп (полугрупп эндоморфизмов квазипорядоченного множества, полугрупп непрерывных преобразований топологического пространства) понятие плотно вложенного идеала "оказывается бесполезным" [2], Л. М. Глускин ввел и исследовал некоторое обобщение этого понятия (Σ-плотный идеал).

Настоящая работа посвящена обобщению понятия плотно вложенного идеала полугруды, изученного Л. М. Глускиным [3].

Все необходимые понятия и определения можно найти в [1].

Структура Σ (в смысле Бурбаки), рассматриваемая здесь, представляет собой объединение $\Sigma_1 \Sigma_2$, для которых в свою очередь выполняется $\Sigma_k = \Sigma_k^{(1)} \cup \Sigma_k^{(2)}$ ($k=1,2$). Полугруду S, наделенную структурой Σ будем называть Σ-полугрудой, если истинны формулы:

$$(\forall s, s' \in S) (\forall \sigma \in \Sigma_1^{(1)}) (\exists \sigma_1 \in \Sigma_1^{(1)}) (\exists \sigma_2 \in \Sigma_2^{(1)}) (\lambda_{s, s'}(\sigma) \subseteq \sigma \wedge \mu_{s, s'}(\sigma) \subseteq \sigma \wedge \delta_{s, s'}(\sigma) \subseteq \sigma), \quad (1)$$

$$(\forall s, s' \in S) (\forall \sigma \in \Sigma_2^{(1)}) (\exists \sigma_1 \in \Sigma_1^{(1)}) (\exists \sigma_2 \in \Sigma_2^{(1)}) (\lambda_{s, s'}(\sigma) \subseteq \sigma \wedge \mu_{s, s'}(\sigma) \subseteq \sigma \wedge \delta_{s, s'}(\sigma) \subseteq \sigma), \quad (2)$$

$$(\forall s, s' \in S) (\forall \sigma \in \Sigma_1^{(2)}) (\exists \sigma_1 \in \Sigma_1^{(2)}) (\exists \sigma_2 \in \Sigma_2^{(2)}) (\lambda_{s, s'}(\sigma) \subseteq \sigma \wedge \mu_{s, s'}(\sigma) \subseteq \sigma \wedge \delta_{s, s'}(\sigma) \subseteq \sigma), \quad (3)$$

$$(\forall s, s' \in S) (\forall \sigma \in \Sigma_2^{(2)}) (\exists \sigma_1 \in \Sigma_1^{(2)}) (\exists \sigma_2 \in \Sigma_2^{(2)}) (\lambda_{s, s'}(\sigma) \subseteq \sigma \wedge \mu_{s, s'}(\sigma) \subseteq \sigma \wedge \delta_{s, s'}(\sigma) \subseteq \sigma), \quad (4)$$

где $\lambda_{s, s'}$, $\mu_{s, s'}$, $\delta_{s, s'}$ — соответственно левый, правый латеральный сдвиг полугруды S, порожденные элементами $s, s' \in S$ [5]. Полугруду S назовем d-квазипорядоченной, если $S = \Sigma$ — полугруда, где $\Sigma_1^{(1)} = \Sigma_1^{(2)} = \sigma_1$ и $\Sigma_2^{(1)} = \Sigma_2^{(2)} = \sigma_2$ — отношения квазипорядка на S. Полугруду S назовем

d -замкнутой, если S — Σ -полугруда, где $\Sigma_1^{(2)} = \Sigma_2^{(2)} = \emptyset$, а $\Sigma_1^{(1)}$ и $\Sigma_2^{(1)}$ — системы всех замкнутых множеств, соответствующие топологиям τ_1 и τ_2 на S . Отображение φ модели (Ω, Σ) в модель (Ω', Σ') называется Σ -отображением [2], если выполняются следующие условия:

$$(A \in \Sigma^{(1)}(\Omega)) (\exists \sigma' \in \Sigma^{(1)}(\Omega')) (\varphi(\sigma) \subseteq \sigma'),$$

$$(\forall \sigma' \in \Sigma^{(2)}(\Omega')) (\exists \sigma \in \Sigma^{(2)}(\Omega)) (\varphi(\sigma) \subseteq \sigma').$$

Гомоморфизм φ Σ -полугруды S в Σ -полугруды S' (понимается как гомоморфизм алгебр) называется Σ -гомоморфизмом, если φ к тому же является Σ -отображением. Если изоморфизм φ Σ -полугруды S на Σ -полугруды S' и его обратное являются Σ -отображениями, то φ называется Σ -изоморфизмом.

Пусть Q — категория, где $Ob Q$ — класс всех Σ -полугруд, $Moch Q$ — класс всех гомоморфизмов элементов $Ob Q$. Далее пусть $\Phi = Moch Q / Iso Q$, Φ_A — класс всех $\varphi \in Moch Q$, начало которых совпадает с $A \in Ob Q$. Если $A \subseteq B$, $A, B \in Ob Q$, то через Φ_{AB} обозначим класс всех $\varphi \in \Phi_B$, тождественных на A . На Q введем отношения $\rho, \gg, =$ следующими формулами соответственно:

$$(A, B) \in \rho \iff [A \text{ — идеал } B \wedge \Sigma(A) = \Sigma(B)|_A];$$

$$A \ll B \iff [A \subseteq B \wedge \Sigma(A) \subseteq \Sigma(B)];$$

$$A = B \iff [A \ll B \wedge B \ll A],$$

где $\Sigma(B)|_A$ — ограничение структуры $\Sigma(B)$ до A [2]. Затем с помощью $\rho, \ll$ и $=$ определим отношения ρ_1 и ρ^* :

$$(A, B) \in \rho_1 \iff [(A, B) \in \rho \wedge \Phi \cap \Phi_{AB} = \emptyset]$$

$$(A, B) \in \rho^* \iff [(A, B) \in \rho_1 \wedge (B \ll C \wedge (A, C) \in \rho_1 \implies C = B)]$$

Σ -полугруды A будем называть Σ -плотным идеалом Σ -полугруды S , если $(A, S) \in \rho^*$.

Обозначим через K класс всех Σ -полугруд A , не содержащих равнодействующих элементов (см. [3] и удовлетворяющих условию $A^{[3]} = A$).

Пусть $A \in K$. Тогда, согласно теореме п. 2.7 [3], существует полугруда S_0 , содержащая A в качестве плотно вложенного идеала. Пусть, более того, структура $\Sigma(A)$ удовлетворяет условиям

$$(\forall \sigma \in \Sigma_1(A)) (\forall a_1 \in A) ((a_1, \dots, a_n) \in \sigma \iff (Aa, a' \in A) (\lambda a, a' (a_1, \dots, a_n) \in \sigma)) \quad (5)$$

$$(\forall \sigma \in \Sigma_2(A)) (\forall a_1 \in A) ((a_1, \dots, a_n) \in \sigma \iff (\forall a, a' \in A) (\mu a, a' (a_1, \dots, a_n) \in \sigma)) \quad (6)$$

Каждое отношение σ_1 и σ_2 из $\Sigma_1(A)$ и $\Sigma_2(A)$ продолжим на S_0 при помощи следующих формул соответственно:

$$(\forall s_1 \in S_0) ((s_1, \dots, s_n) \in \bar{\sigma}_1 \iff (Aa, a' \in A) (\lambda a, a' (s_1, \dots, s_n) \in \sigma_1)) \quad (7)$$

$$(\forall s_1 \in S_0) ((s_1, \dots, s_n) \in \bar{\sigma}_2 \iff (\forall a, a' \in A) (\mu a, a' (s_1, \dots, s_n) \in \sigma_2)). \quad (8)$$

Совокупность всех таких отношений $\bar{\sigma}_1$ и $\bar{\sigma}_2$ обозначим через $\bar{\Sigma}_1$ и $\bar{\Sigma}_2$ соответственно и $\bar{\Sigma} = \bar{\Sigma}_1 \cup \bar{\Sigma}_2$. Нетрудно заметить, $\bar{\Sigma}|_A = \Sigma(A)$.

Выделим в S_0 некоторое подмножество S_2 следующей формулой:

$$s \in S_2 \iff (A, [s, A]) \in \rho,$$

где $[s, A]$ — подполугруда полугруды S_0 , порожденная множеством $\{A, s\}$. Доказывается

Лемма 1. Если $A \in K$ и удовлетворяются условия (5), (6), то S_2 — Σ -полугруда, для которой $(A, S_2) \in \rho_1$.

Пусть ρ' — отношение на Q , определенное следующим образом: $(A, S) \in \rho'$, тогда и только тогда, когда $(A, S) \in \rho$ и структура $\Sigma(S)$ есть продолжение структуры $\Sigma(A)$ на все S посредством формул (7) и (8).

Лемма 2. Пусть для $A \in K$ удовлетворяются условия (5), (6), $(A, T) \in \rho$ и f — гомоморфизм T в S , тождественный на A . Тогда $f(T) \subseteq S_2$, $f(\Sigma(T)) \subseteq \bar{\Sigma}$ и если $(A, T) \in \rho'$, то $f(\Sigma(T)) = \Sigma|_{f(T)}$.

С помощью этих лемм и теорем § 2 статьи [3] доказываются следующие факты:

Теорема 1. Если $A \in K$ и удовлетворяются условия (5), (6), то A является Σ -плотным идеалом Σ -полугруды S_2 .

Теорема 2. Пусть для $A \in K$ удовлетворяются условия (5), (6), f — Σ -изоморфизм Σ -полугруды A на Σ -полугруды A' , S и S' — Σ -полугруды, содержащие A и A' в качестве Σ -плотных идеалов. Тогда существует и притом единственный Σ -изоморфизм S на S' , являющийся продолжением Σ -изоморфизма f .

Теорема 3. Пусть Σ -полугруда A , удовлетворяющая условиям теоремы 1, является Σ -плотным идеалом Σ -полугруды S . Для того, чтобы Σ -полугруда S' была Σ -изоморфна Σ -полугруде S необходимо и достаточно, чтобы S' содержала Σ -плотный идеал A' , Σ -изоморфный Σ -полугруде A .

Нетрудно заметить, что если $\Sigma = \emptyset$, то теоремы 2 и 3 сводятся к теоремам п. п. 2, 8, 2 и 2, 8, 1 [3] соответственно.

Теорема 4. Пусть $A \in K$ и $(A, S) \in \rho_1 \cap \rho'$. Для того, чтобы Σ -полугруда A была Σ -плотным идеалом Σ -полугруды S необходимо и достаточно, чтобы для всякой полугруды T , удовлетворяющей условию $(A, T) \in \rho$, существовал гомоморфизм ee в S , тождественный на $S \cap T$, причем для достаточности условие $A \in K$ можно отбросить.

Из леммы 2 и теоремы 2 следует

Теорема 5. Пусть Σ -полугруда A , удовлетворяющая условиям теоремы 1, является Σ -плотным идеалом Σ -полугруды S и $(A, T) \in \rho$. Тогда произвольный гомоморфизм T в S , тождественный на A , является Σ -гомоморфизмом.

Из теоремы 4 следует

Теорема 6. Пусть Σ -полугруда A , удовлетворяющая условиям теоремы 1, является Σ -плотным идеалом Σ -полугруды S и B — произвольный идеал S , содержащий A . Тогда и B является Σ -плотным идеалом Σ -полугруды S .

Если в теореме 6 $\Sigma = \emptyset$, то очевидно

Следствие. Пусть A — полугруда без равнодействующих элементов, $A^{[3]} = A$, S — полугруда, содержащая A в качестве плотно вложенного идеала и B — произвольный идеал полугруды S , содержащий A . Тогда B является плотно вложенным идеалом полугруды S .

Далее пусть (Ω_1, Σ_1) и (Ω_2, Σ_2) — однотипные модели, $S(\Omega_1, \Omega_2)$ — полугруда всех пар отображений Ω_1 и Ω_2 друг в друга, $S\Sigma(\Omega_1, \Omega_2)$ — подмножество в $S(\Omega_1, \Omega_2)$, состоящее из всех пар Σ -отображений исходных моделей. Если $S\Sigma(\Omega_1, \Omega_2) \neq \emptyset$, то, очевидно, $S\Sigma(\Omega_1, \Omega_2)$ является подполугрудой полугруды $S(\Omega_1, \Omega_2)$. Для любых $\sigma_1 \in \Sigma_1$ и $\sigma_2 \in \Sigma_2$ на $S(\Omega_1, \Omega_2)$ введем отношения σ_1 и σ_2 с помощью формул:

$$(\forall (\varphi_1, \psi_1) \in S(\Omega_1, \Omega_2)) (((\varphi_1, \psi_1), \dots, (\varphi_n, \psi_n)) \in \sigma_2 \iff (\forall \xi_2 \in \Omega_2) (\psi_1(\xi_2), \dots, \psi_n(\xi_2)) \in \sigma_1))$$

$$(\forall (\varphi_1, \varphi_1) \in S(\Omega_1, \Omega_2)) (((\varphi_1, \psi_1), \dots, (\varphi_n, \psi_n)) \in \sigma_2 \iff (\forall \xi_1 \in \Omega_1) (\varphi_1(\xi_1), \dots, \varphi_n(\xi_1)) \in \sigma_2))$$

Совокупность всех таких отношений $\tilde{\sigma}_1$ и $\tilde{\sigma}_2$ обозначим через $\tilde{\Sigma}_1$ и $\tilde{\Sigma}_2$

соответственно, а через $\tilde{\Sigma}$ — объединение $\tilde{\Sigma}_1$ и $\tilde{\Sigma}_2$.

Лемма 3. Если $S \Sigma(\Omega_1, \Omega_2) \neq \emptyset$, то $S\Sigma(\Omega_1, \Omega_2) - \Sigma$ — полугруда, причем $\Sigma(S\Sigma(\Omega_1, \Omega_2)) = \Sigma$.

Пусть H — множество, состоящее из всех $(\psi, \phi) \in S(\Omega_1, \Omega_2)$, удовлетворяющих условиям: $|\phi(\Omega_1)| = 1$ и $|\psi(\Omega_2)| = 1$. Из леммы 3 и теоремы 1 следует

Теорема 7. Пусть (Ω_1, Σ_1) и (Ω_2, Σ_2) — однотипные модели, для которых $H \subseteq S\Sigma(\Omega_1, \Omega_2)$. Тогда Σ — полугруда H является Σ — плотным идеалом Σ — полугруды $S\Sigma(\Omega_1, \Omega_2)$.

Из теорем 6 и 7 вытекает

Теорема 8. Пусть (Ω_1, Σ_1) и (Ω_2, Σ_2) — однотипные модели, для которых $H \subseteq S\Sigma(\Omega_1, \Omega_2)$. Тогда всякий идеал $S\Sigma(\Omega_1, \Omega_2)$ является ее Σ — плотным идеалом.

Если в теореме 8 $\Sigma = \emptyset$, то получим один из случаев теоремы п. 4,7 [3].

Из теорем 8 и 3 следует

Теорема 9. Пусть (Ω_1, Σ_1) и (Ω_2, Σ_2) — однотипные модели, для которых $H \subseteq S\Sigma(\Omega_1, \Omega_2)$ и B — произвольный собственный идеал $S\Sigma(\Omega_1, \Omega_2)$. Для того, чтобы Σ — полугруда S' была Σ — изоморфна Σ — полугруде $S\Sigma(\Omega_1, \Omega_2)$ необходимо и достаточно, чтобы S' содержала Σ — плотный идеал B' , Σ — изоморфный Σ — полугруде B .

Следующие две теоремы являются примерами конкретной реализации теоремы 9.

Теорема 10. Пусть $\Sigma_1^{(1)} = \Sigma_1^{(2)} = \sigma_1$ и $\Sigma_2^{(1)} = \Sigma_2^{(2)} = \sigma_2$ — произвольные отношения квазиупорядка на Ω_1 и Ω_2 соответственно и B — произвольный собственный идеал $S\Sigma(\Omega_1, \Omega_2)$. d — квазиупорядоченная полугруда S' Σ — изоморфна d — квазиупорядоченной полугруде $S\Sigma(\Omega_1, \Omega_2)$, тогда и только тогда, когда S' содержит d — квазиупорядоченную полугруду B' , Σ — изоморфную d — квазиупорядоченной полугруде B и B' является Σ — плотным идеалом d — квазиупорядоченной полугруды S' .

Теорема 11. Пусть $\Sigma_1^{(1)} = \Sigma_1^{(2)} = \emptyset$, $\Sigma_1^{(1)}$ и $\Sigma_2^{(1)}$ — системы всех замкнутых множеств, соответствующие топологиям τ_1 и τ_2 . T_1 — пространство Ω_1, Ω_2 и B — произвольный собственный идеал полугруды $S\Sigma(\Omega_1, \Omega_2)$. d — замкнутая полугруда S' Σ — изоморфна d — замкнутой полугруде $S\Sigma(\Omega_1, \Omega_2)$, тогда и только тогда, когда S' содержит d — замкнутую подполугруду B' , Σ — изоморфную d — замкнутой полугруде B и B' является Σ — плотным идеалом d — замкнутой полугруды S' .

Литература

1. Вагнер В. В. Теория обобщенных груд и обобщенных групп. Матем. сб. 32, 7: №3, 545—632, 1953.
2. Глускин Л. М. Идеалы полугрупп. Матем. сб. 55, 97, №1, 421—418 1961.
3. Глускин Л. М. Идеалы полугруд. Сб. "Теория полугрупп и ее приложения", вып. 1, 198—228, 1965.
4. Ляпин Е. С. Ассоциативные системы всех частичных преобразований. ДАН СССР, т. 88, № 1, 13—16, 1953.
5. Мустафаев Л. Г. Полугруды непрерывных отображений топологических пространств. ДАН СССР, т. 218, № 4, 757—760, 1974.

Институт математики и механики

Поступило 5. IV 1977

Е. А. Бабаев

ЯРЫМГРУДЛАРЫН Σ -СЫХ ИДЕАЛЛАРЫ

Мэгалэдэ Σ — жарымгрудлар (онларда тэ'ийн едилмнш эмэллэрлэ мүү'лэн шэкилдэ баглы олан Бурбаки мэ'нада структурлу жарымгрудлар) синфиндэ жарымгрудун сых дахил едилмнш идеалы анла'йшынны бир үмүмилэшмэсн верилмнш вэ мұхтэлиф ин'икаслар жарымгрудларынын мүчэррэд характеристикасыны алмага имкан верэн теоремлэр исбат едилмншдир.

Е. А. Babaev

Σ -DENSE IDEALS OF SEMIHEAPS

In this paper in class of Σ -semiheaps (semiheaps with the structure in the sense by Burbaki, connected with the operation on these ones) is introduced some generalization of conception of dense embedding ideal of semiheaps. Then it is proved several theorems to get the abstract characteristic of different semiheaps of mapping.

УДК 513.88+517.9:8

МАТЕМАТИКА

Э. А. РАГИМОВА

О ПОЛНОТЕ СИСТЕМЫ СОБСТВЕННЫХ И ПРИСОЕДИНЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НЕСАМОСОПРЯЖЕННЫХ ОПЕРАТОРОВ, РАЦИОНАЛЬНО ЗАВИСЯЩИХ ОТ СПЕКТРАЛЬНОГО ПАРАМЕТРА

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

В настоящей статье устанавливаются некоторые достаточные условия полноты системы собственных и присоединенных (с. п.) элементов операторного пучка

$$D(\lambda) = \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^{n_j} \sum_{i=1}^{r-1} \frac{z_{jr} A_{jir} H_j^{i-r}}{(\lambda - a_j)^i} + \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^{n_j} \frac{z_{jr} (E + A_{jor}) H_j^{r-1}}{(\lambda - a_j)^r} + \\ + \sum_{r=1}^{n_0} \sum_{i=1}^{r-1} \lambda^i z_{or} A_{oir} H_o^{i-r} + \sum_{r=1}^{n_0} \lambda^r z_{or} (E + A_{oor}) H_o^{r-1}, \quad (1)$$

где $H_j, j = \overline{0, m}$, — полные вполне непрерывные нормальные операторы конечных порядков, $A_{jir}, i = \overline{1, r-1}, r = \overline{1, n_j}, j = \overline{0, m}$, — произвольные вполне непрерывные операторы и дается приложение полученного результата к дифференциальным операторам в частных производных, действующим в пространстве $L_2(G)$.

Имеет место

Теорема 1. Пусть $H_j, j = \overline{0, m}$ — полные вполне непрерывные нормальные операторы конечных порядков p_j , $A_{jir}, i = \overline{1, r-1}, r = \overline{1, n_j}, j = \overline{0, m}$, — произвольные вполне непрерывные операторы, z_{jr} — произвольные комплексные числа, $z_{j01} \neq 0, j = \overline{0, m}$, существуют операторы $(E + A_{jor})^{-1}$, числа $a_r > 0$.

Пусть, кроме того, корни уравнения

$$\sum_{r=1}^{n_0} \lambda^r z_{or} \mu_s^{a_r} = 1, \quad (2)$$

где μ_s — собственные значения оператора H_o , не вещественны и при $s \rightarrow \infty$ асимптотически стремятся к конечному числу лучей $l_t, t = \overline{1, \beta}$. Тогда система с. п. элементов операторного пучка (1)

$N(\sum_{j=0}^m n_j)$ —кратно полна в сепарабельном гильбертовом пространстве H .

Доказательству теоремы 1 предположим следующую лемму.

Лемма. При условиях теоремы 1 резольвента оператора вида

$$\tilde{D}(\lambda) = B(\lambda) + \sum_{r=1}^{n_0} \sum_{i=1}^{r-1} \lambda^i z_{or} A_{oir} H_o^{i-r} + \sum_{r=1}^{n_0} \lambda^r z_{or} (E + A_{oor}) H_o^{r-1}, \quad (3)$$

где $\|B(\lambda)\| \rightarrow 0$ при $(\lambda) \rightarrow \infty$ при достаточно больших (λ) равномерно ограничена на лучах, исходящих из начала координат и не проходящих через корни уравнения (2).

Наметим путь доказательства.

Пусть $\{\varphi_s\}$ — система ортогональных собственных элементов оператора H_o , $H_o \varphi_s = \mu_s \varphi_s$, числа $\lambda_r(s), r = \overline{1, n_0}$, — корни уравнения (2).

Положим

$$L_r = \sum_{s=1}^{\infty} \lambda_r(s) (\cdot, \varphi_s) \varphi_s,$$

тогда

$$(E - \sum_{r=1}^{n_0} \lambda^r z_{or} H_o^{a_r})^{-1} = \prod_{r=1}^{n_0} (E - \lambda L_r^{-1})^{-1}$$

Очевидно, что

$$(E - \tilde{D}(\lambda))^{-1} = \prod_{r=1}^{n_0} (E - \lambda L_r^{-1})^{-1} \cdot [E - \tilde{B}(\lambda) \cdot \prod_{r=1}^{n_0} (E - \lambda L_r^{-1})^{-1}]^{-1},$$

где

$$\tilde{B}(\lambda) = B(\lambda) + \sum_{r=1}^{n_0} \sum_{i=1}^{r-1} \lambda^i z_{or} A_{oir} H_o^{i-r} + \sum_{r=1}^{n_0} \lambda^r z_{or} A_{oor} H_o^{r-1} \quad (4)$$

Пусть $\varepsilon > 0$. Тогда вне секторов с раствором ε , биссектрисами которых служат лучи $l_t, t = \overline{1, \beta}$, останется лишь конечное число собственных значений пучка $\sum_{r=1}^{n_0} \lambda^r z_{or} A_{oor} H_o^{a_r}$. В этих областях при больших $|\lambda|$

$$\| [E - \lambda L_r^{-1}]^{-1} \| \leq \frac{1}{\sin^{a_r/2}} \quad (5)$$

Легко видеть, что

$$\lambda^i z_{or} A_{oir} H_o^{i-r} \cdot \prod_{r=1}^{n_0} (E - \lambda L_r^{-1})^{-1} f = \lambda^i z_{or} A_{oir} \cdot \sum_{s=1}^{\infty} \frac{\mu_s^{i-r}}{\prod_{r=1}^{n_0} \frac{\lambda - \lambda_r(s)}{\lambda_r(s)}} (f, \varphi_s) \varphi_s$$

и

$$\lambda^r z_{or} A_{oor} H_o^{r-1} \cdot \prod_{r=1}^{n_0} (E - \lambda L_r^{-1})^{-1} f = \lambda^r z_{or} A_{oor} \cdot \sum_{s=1}^{\infty} \frac{\mu_s^{r-1}}{\prod_{r=1}^{n_0} \frac{\lambda - \lambda_r(s)}{\lambda_r(s)}} (f, \varphi_s) \varphi_s$$

Далее, при $s \rightarrow \infty$, $\lambda_r(s) \rightarrow \infty$. Из (2) имеем

$$z_{or} \mu_s^r = (-1)^r \cdot \sum_{n_1 + \dots + n_r = r} \lambda_{n_1}^{-1}(s) \cdot \lambda_{n_2}^{-1}(s) \cdot \dots \cdot \lambda_{n_r}^{-1}(s)$$

Отсюда

$$|\mu_s^r| \leq C_0 \cdot \prod_{i=1}^r |\lambda_i^{-1}(s)|,$$

где $C_0 = C_n / z_{or}$.

и

$$|\mu_s^{1/r}| \leq C'_0 \cdot \left(\prod_{i=1}^r |\lambda_i^{-1}(s)| \right)^{1/r},$$

где $C'_0 = (C_0)^{1/r}$.

Зададим произвольное положительное число δ_i , $i = \overline{1, r-1}$. Представим вполне непрерывный оператор A_{or} , $i = \overline{1, r-1}$, $r = \overline{1, n_0}$ в виде $T_{o,i,r} + R_{o,i,r}$, где

$$T_{o,i,r} = \sum_{x=1}^{x_i} (\cdot, \psi_{x,i,r}) \cdot \varphi_{i,r,x} (\|\varphi_{i,r,x}\| = 1) \quad (8)$$

конечномерный оператор и

$$\|R_{o,i,r}\| < \delta_i$$

Учитывая (5)–(9), имеем

$$\lim_{\lambda \rightarrow \infty} \|\tilde{B}(\lambda) \cdot \prod_{r=1}^{n_0} (E - \lambda L_r^{-1})^{-1}\| = 0$$

равномерно вне секторов $\gamma_t(\varepsilon)$, $t = \overline{1, \beta}$, $\gamma = \bigcup_{t=1}^{\beta} \gamma_t(\varepsilon)$. Поэтому при больших $\lambda \notin \gamma$ оператор $E - \tilde{B}(\lambda) \cdot \prod_{r=1}^{n_0} (E - \lambda L_r^{-1})^{-1}$ имеет ограниченный обратный. Тогда для всех λ , $|\lambda| > r_0$, $\lambda \notin \gamma$ имеет место оценка

$$\| [E - \tilde{D}(\lambda)]^{-1} \| \leq C \cdot (\sin \varepsilon / 2)^{-n} \quad (10)$$

Для доказательства теоремы 1 нам понадобится следующий результат из [3].

Рассмотрим оператор

$$C(\lambda) = \sum_{k=1}^n \lambda^k R_k(\lambda) A_k,$$

где A_k — операторы порядка ρ_k , $R_k(\lambda)$ — операторы, аналитически зависящие от λ для $|\lambda| > M$, $\|R_k(\lambda)\| \leq N$ при $|\lambda| > M$.

Положим

$$\varepsilon_n = \max_k [\varepsilon_n(A_k)]^{1/\rho_k}, \quad Q = \{\alpha : \sum_n \varepsilon_n^\alpha < \infty\}, \quad \rho = \inf_{\alpha \in Q} \alpha$$

Справедлива

Теорема. Если Q — непусто и резольвента оператора $C(\lambda)$ существует для какого-либо λ_0 ($|\lambda_0| > M$), то она является меро-

морфной функцией в области $|\lambda| > M$ порядка не выше ρ , и минимального типа при порядке ρ , если $\rho \in Q$.

Докажем теперь теорему 1. Пусть теорема 1 неверна. Тогда существует ненулевой вектор F с координатами $f_1, f_2, \dots, f_N$ такой что

$$[F, \Psi_{k,h}] = 0, \quad (11)$$

где $\Psi_{k,h}$ — производные цепочки с п. элементов оператора $D(\lambda)$ в смысле работы [4].

Рассмотрим уравнение

$$y = D^*(\bar{\lambda})y + f(\lambda), \quad (12)$$

где

$$f(\lambda) = \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^{n_j} \sum_{i=1}^{r-1} \frac{f_{jir}}{(\lambda - a_j)^i} + \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^{n_j} \frac{f_{jor}}{(\lambda - a_j)^r} + \sum_{r=1}^{n_0} \sum_{i=1}^{r-1} \lambda^i f_{oir} + \sum_{r=1}^{n_0} \lambda^r f_{oor}$$

Решением его будет

$$y = (E - D^*(\bar{\lambda}))^{-1} \cdot f(\lambda).$$

Пользуясь приведенной теоремой из [3], легко доказать, что на лучах, исходящих из начала координат и не проходящих через корни уравнения (2)

$$\|y(\lambda)\| \leq e^{\varepsilon(\lambda)} |\lambda - a_j|^{-\rho_{a_j}}$$

Далее, используя лемму и применяя теорему Фрагмена—Линделефа к функции $y(\lambda) \cdot (\lambda - a_j)^{\rho_{a_j}}$, получим, что в окрестностях каждой из точек a_j , удовлетворяющих условиям теоремы 1, рост $y(\lambda)$ не превосходит $(\lambda - a_j)^{\rho_{a_j}}$, т. е.

$$y(\lambda) = \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^{n_j} \sum_{i=1}^{r-1} \frac{y_{jir}}{(\lambda - a_j)^i} + \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^{n_j} \frac{y_{jor}}{(\lambda - a_j)^r} + \sum_{r=1}^{n_0} \sum_{i=1}^{r-1} \lambda^i y_{oir} + \sum_{r=1}^{n_0} \lambda^r y_{oor}$$

Подставляя $y(\lambda)$ в уравнение (12) и сравнивая коэффициенты при одинаковых степенях в левой и правой частях уравнения, убеждаемся, что все $y_{jir} = 0$, $i = \overline{1, r-1}$, $r = \overline{1, n_j}$, $j = \overline{0, m}$. Но это противоречит тому, что хотя бы один из f_q , $q = \overline{1, N}$, отличен от нуля и $y(\lambda)$ является решением уравнения (12). Полученное противоречие и доказывает теорему 1.

В качестве приложения доказанной теоремы рассмотрим следующую краевую задачу

$$\sum_{0 < |\beta| < 2m} a_\beta(x) D^\beta u + \sum_{1 < |2m-j| < 2m} f_j(x, \lambda) D^{2m-j} u - \lambda^n u - \frac{1}{\lambda^r} u = f(x) \quad x \in G \quad (13)$$

$$\sum_{0 < |\beta| < m_j} b_{\beta j'}(x) D^\beta u = 0, \quad x \in \partial G, \quad j' = \overline{1, m}, \quad 0 \leq m_{j'} \leq 2m-1,$$

где 1) G — ограниченная область в n -мерном ($n > 1$) евклидовом пространстве с границей ∂G и замыканием $\bar{G}$; 2) краевая задача

$$\sum_{0 < |\beta| < 2m} a_{\beta}(x) D^{\beta} u = f(x), \quad x \in G \quad (14)$$

$$\sum_{0 < |\beta| < m_j} b_{\beta j'}(x) D^{\beta} u = 0, \quad x \in \partial G, \quad j' = \overline{1, m}, \quad 0 \leq m_j \leq 2m-1$$

является формально-самосопряженной регулярной эллиптической краевой задачей [7]: 3)

$$f_j(x, \lambda) = \sum_{k=1}^{l_j} \sum_{l=1}^{k-1} \lambda^l p_{lkj}(x) + \sum_{k=1}^{l_j} \lambda^k q_{kj}(x) + \sum_{k=1}^{l_j} \sum_{l=1}^{k-1} \lambda^{-l} p_{lkj}^1(x) + \sum_{k=1}^{l_j} \lambda^{-k} q_{kj}^1(x),$$

где $p_{lkj}(x)$, $p_{lkj}^1(x)$, $q_{kj}(x)$, $q_{kj}^1(x)$, — существенно ограниченные определенные на $\bar{G}$ комплексные функции.

Имеет место

Теорема 2. Пусть (14) — формально-самосопряженная регулярная эллиптическая краевая задача

$$t_j < n[1 - \gamma(2m-j)], \quad l_j < r[1 - \gamma(2m-j)]$$

$$1/2m \leq \gamma \leq \frac{\alpha_r - \alpha_k}{\alpha_r(2m-j)}, \quad \alpha_k > 0, \quad \alpha_k \leq \alpha_n, \quad k = \overline{1, n-1}$$

Тогда система с. п. функций краевой задачи (13) $(n+r)$ -кратно полна в $L_2(G)$.

Замечание. Теорема 1 может быть обобщена снятием условия $\alpha_r > 0$, а именно, заменой операторов $H_j^{\alpha_r}$, $j = \overline{0, 2m}$, операторами $f_k(H_j)$ в предположении, что $f_k(H_j)$ — полные нормальные операторы конечных порядков.

В заключение, пользуясь случаем, приношу глубокую благодарность научному руководителю чл.-корр. Дж. Э. Аллахвердиеву за постановку задач и постоянное внимание к работе.

Литература

1. Келдыш М. В. ДАН СССР*, 77, № 1, 11, 1951.
2. Келдыш М. В. УМН т. 26, вып. 4, 160, 15, 1971.
3. Аллахвердиев Дж. Э. ДАН СССР*, 186, № 4 743, 1969.
4. Аллахвердиев Дж. Э. Изв. АН Азерб. ССР, серия физ.-тех. и матем. наук*, № 6, 3, 1974.
5. Гасымов М. Г. Изв. АН Арм. ССР, серия матем.*, 6, №№ 2-3, 131, 1971.
6. Гохберг И. Ц., Крейн М. Г. Введение в теорию несамо-сопряженных операторов. Наука, М., 1965.
7. Левин Б. Я. Распределение корней целых функций. Гостехиздат, 1956.
8. Agmon S. Comm. Pure Appl. Math., 15, № 2, 119, 1962.
9. Визитей В. И., Маркус А. С. Матем. сб., т. 66, 108, № 2, 287, 1965.
10. Крейн С. Г. Линейные дифференциальные операторы в банаховом пространстве. Наука, М., 1969.

Институт кибернетики

Поступило 3.V 1977

Е. Э. Рахимова

СПЕКТРАЛ ПАРАМЕТРДЭН РАСИОНАЛ АСЫЛЫ, ӨЗ-ӨЗҮНЭ ГОШМА ОЛМАЖАН
ОПЕРАТОРЛАРЫН МӘХСУСИ ВЭ ГОШМА ЭЛЕМЕНТЛЭРИ СИСТЕМИНИН
ТАМЛЫҒЫ ҒАГҒЫНДА

Мәғаләдә

$$D(\lambda) = \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^{n_j} \sum_{l=1}^{r-1} \frac{z_{jr} A_{jlr} H_j^{\frac{\alpha_r}{r}}}{(\lambda - a_j)^l} + \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^{n_j} \frac{z_{jr} (E + A_{jor}) H_j^{\frac{\alpha_r}{r}}}{(\lambda - a_j)^r} + \sum_{r=1}^{n_0} \sum_{l=1}^{r-1} \lambda^l z_{or} A_{olr} H_0^{\frac{\alpha_r}{r}} +$$

$$+ \sum_{r=1}^{n_0} \lambda^r z_{or} (E + A_{oor}) H_0^{\frac{\alpha_r}{r}}$$

оператор дәстәсинин мәхсуси вә гошма элементләри системинин $N (= \sum_{j=0}^m n_j)$ — гат

тамлыг теоремин исбат олуңмушдур. Бурада H_j , $j = \overline{0, m}$, — там нормал сонлу тәртибли, A_{jlr} $l = \overline{1, r-1}$, $r = \overline{1, n_j}$, $j = \overline{0, m}$, — ихтијари тамам кәсилмәз операторлардыр. Мәғаләдә һәмчинин бу теоремин $L_2(G)$ фәзасында тәсир кәстәрән хусуси төрәмәли дифферен-
сиал операторлара тәтбиги верилмишдир.

Е. А. Ragimova

ON THE COMPLETENESS OF THE SYSTEM OF EIGEN-AND ADJOINED
ELEMENTS OF NOT SELF-CONJUGATE OPERATORS, RATIONALLY
DEPENDENT ON THE SPECTRAL PARAMETER

In the paper it is proved the $N (= \sum_{j=0}^m n_j)$ -fold completeness theorem of the sys-
tem of eigen- and adjointed elements of operator bunch

$$D(\lambda) = \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^{n_j} \sum_{l=1}^{r-1} \frac{z_{jr} A_{jlr} H_j^{\frac{\alpha_r}{r}}}{(\lambda - a_j)^l} + \sum_{j=1}^m \sum_{r=1}^{n_j} \frac{z_{jr} (E + A_{jor}) H_j^{\frac{\alpha_r}{r}}}{(\lambda - a_j)^r} + \sum_{r=1}^{n_0} \sum_{l=1}^{r-1} \lambda^l z_{or} A_{olr} H_0^{\frac{\alpha_r}{r}} +$$

$$+ \sum_{r=1}^{n_0} \lambda^r z_{or} (E + A_{oor}) H_0^{\frac{\alpha_r}{r}}$$

where $H_j \in \mathcal{P}_j$ ($\mathcal{P}_j < \infty$) are the full normal operators, A_{jlr} , $l = \overline{1, r-1}$, $r = \overline{1, n_j}$, $j = \overline{0, m}$, are completely continuous operators and it is given the application of this theorem to the differential operators in partial derivatives in $L_2(G)$ space.

М. А. ГУЛИЕВ

СЕТКИ С ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ВО ВРЕМЕНИ СТРУКТУРОЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОДВИЖНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ НЕФТЯНОГО ПЛАСТА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Н. А. Гусейновым)

Как известно, при наличии внутрипластового движущегося очага горения температура в любом сечении пласта при линейном случае определяется из уравнения

$$a \frac{d^2 T}{dx^2} - \beta \frac{dT}{dx} + A \delta(x-vt) = \frac{dT}{dt}, \quad (1)$$

которого следует интегрировать при определенных граничных и начальных условиях, например, когда на границах задается значение температуры, при $t=0$ имеет место $T=T_0$. Здесь $\delta(x)$ — дельта-функция Дирака [1, 2]. Слагаемое $A \delta(x-vt)$ показывает наличие источника тепла, движущегося с определенной скоростью v . Уравнение (1) равносильно системе уравнений

$$a \frac{d^2 T_1}{dx^2} = \frac{dT_1}{dt}, \quad a \frac{d^2 T_2}{dx^2} = \frac{dT_2}{dt} \quad (2)$$

с учетом условий

$$\left(\frac{dT_1}{dx} - \frac{dT_2}{dx} \right) \Big|_{x=vt} = -\frac{A}{a}, \quad T_1 \Big|_{x=vt} = T_2 \Big|_{x=vt} \quad (3)$$

Заметим, что при этом влиянием конвекции пренебрегаем [3, 4]. Решение $T_1(x, t)$ имеет место в интервале $0 \leq x \leq vt$, решение же $T_2(x, t)$ ищется при $vt \leq x \leq l$.

Если принять, что

$$\varphi = \begin{cases} T_1 - \frac{A}{a}(x-vt) & \text{при } 0 \leq x \leq vt \\ T_2 & \text{при } vt \leq x \leq l, \end{cases}$$

то (2) принимает вид

$$a \frac{d^2 \varphi}{dx^2} - \frac{d\varphi}{dt} = -\frac{A}{a} v \left[\varphi(x) - \delta(x-vt) \right], \quad (5)$$

где $\delta(x)$ — единичная функция Хевисайда.

Начальные и граничные условия определяются из

$$\varphi \Big|_{x=0} = T_n + \frac{A}{a} vt, \quad \varphi \Big|_{x=l} = T_k, \quad \varphi \Big|_{t=0} = T_0. \quad (6)$$

Таким образом, описанная задача сводится к интегрированию уравнения (5) при условиях (6). Как видно из уравнения (5), оно не содержит слагаемого с дельта-функцией Дирака.

В связи с тем, что правая часть уравнения (5) с учетом некоторых коэффициентов характеризует количество тепла, поступающего в соответствующие участки нефтяного пласта, она может быть моделирована токами, подаваемыми в определенные узловые точки сетки.

Следует отметить, что ток, имитирующий количество тепла, при этом должен быть равномерно распределен между узловыми точками соответствующей цепи сетки. Другими словами, по мере расширения фронта горения величина тока остается постоянной. Так как весь процесс обуславливается фиксированием времени, в результате которого фронт горения принимает «неподвижное» положение, измерение искомых величин производится лишь относительно фиксированного момента времени.

Заметим, что после определения φ в уравнение (5) нахождение T_1 и T_2 особого труда не представляет.

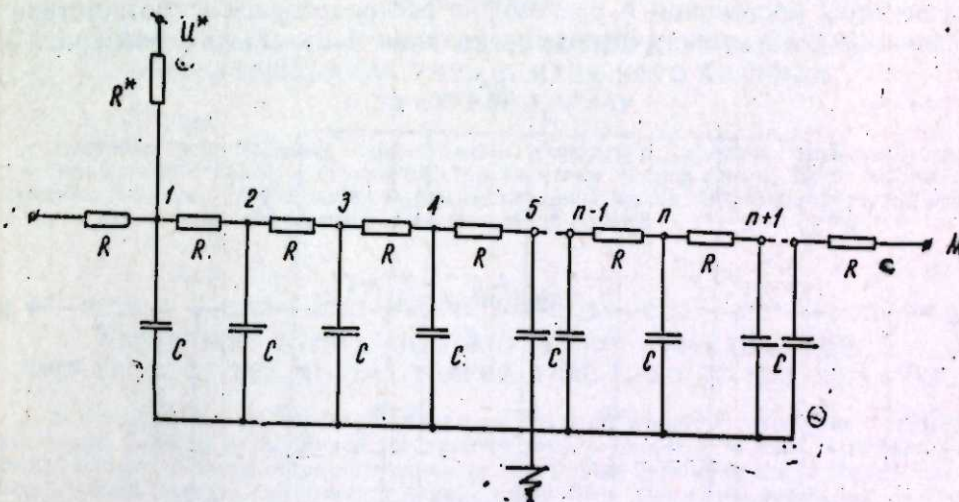


Рис. 1

На рис. 1 показана электрическая схема для моделирования уравнения (5). Предположим, что в момент времени $t=t_1$ фронт горения расширился и достиг определенного расстояния, которому соответствует, например, первая узловая точка представленной на рис. 1 сетки. Следовательно, в эту узловую точку подается ток, величина которого пропорциональна правой части уравнения (5). Далее, в момент времени $t_2 > t_1$ фронт горения еще больше расширится и достигнет, предположим, вторую узловую точку (рис. 2). Как видно из рис. 2,

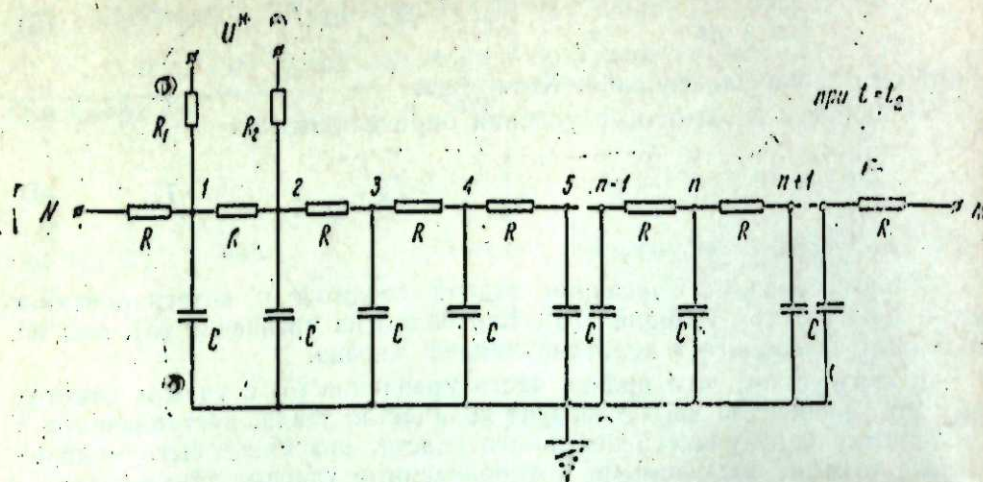


Рис. 2

с изменением времени структура сетки также изменяется. Другими словами, ток величина которого пропорциональна правой части уравнения (5), теперь поступает не только в первую узловую точку, но и во вторую. При этом должна быть соблюдена равномерность распределения, что достигается выбором соответствующих величин сопротивлений R_1^* и R_2^* , где $R_1^* = R_2^* = R^*/2$. Наконец, в момент времени $t_1 < t_2 < \dots < t_{n-1} < t_n$ фронт горения достигает расстояния, соответствующее, предположим узловой точке n . При этом также величина тока остается постоянной и равномерно распределяется в соответствии с уравнением (5) между узловыми точками $1, 2, \dots, n$ сетки (рис. 3).

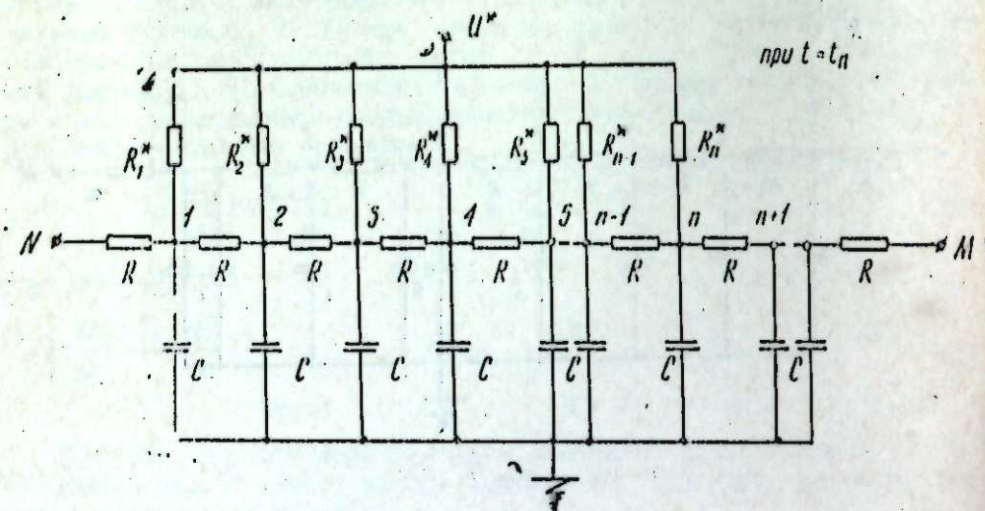


Рис. 3

Следовательно, и в этом случае структура сетки изменяется и принимает вид, представленный на рис. 3. При этом сопротивления $R_1^*, R_2^*, \dots, R_n^*$ выбираются как $R_1^* = R_2^* = \dots = R_n^* = R^*/n$.

Аналогичное наблюдается и для других моментов времени. В связи с тем, что в каждый момент времени структура сетки изменяется

и принимает вполне определенный вид, такую сетку для моделирования процесса распространения очага горения в нефтяном пласте будем называть сеткой с изменяющейся во времени структурой.

При моделировании процессов на сетке с изменяющейся во времени структурой задание краевых условий [6] не представляет больших трудностей.

Сетка с изменяющейся во времени структурой для различных случаев применена к решению конкретных задач [5, 6].

Литература

1. Гусейнзаде М. А., Колосовская А. К. Упругий режим в однофазных и многофазных системах. «Недра», 1972.
2. Багиров М. А., Вечхайзер Г. В., Джунгарлы Ч. М. Электрические способы увеличения нефтеотдачи пластов. Азербайджан, 1962.
3. Гулиев М. А. Об одном методе моделирования температурного поля нефтяного пласта. «ДАН Азерб. ССР», т. 30, 1974, № 6, стр. 3.
4. Гулиев М. А. К теории моделирования температурных полей, содержащих теплопроводные и конвективные потоки. В кн. «Вопросы технической кибернетики». Изд-во АН Азерб. ССР, 1975.
5. Гулиев М. А. Моделирование температурного поля нефтяного пласта при наличии подвижного очага горения. Авторская справка о деп., выданная ВНИИОЭНГ от 12 апреля 1976 г., № 489/116.
6. Гулиев М. А. Об одном методе моделирования процессов массо-обмена при наличии подвижных источников. Тез. докл. Всесоюз. научно-технич. конф. «Применение машинных методов для решения краевых задач». М., 1976, стр. 19.

Всесоюзный нефтегазовый научно-исследовательский институт

Поступило 8. IV 1976

М. А. Гулиев

НЕФТ ЛАЙЫНЫН ҺАРӘКӘТ ЕДӘН ТЕМПЕРАТУР САҖӘСИНН МОДЕЛЛӘШДИРМӘК ҮЧҮН ЗАМАНА КӨРӘ ДӘЈИШӘН СТРУКТУРЛУ ТОРЛАР

Мәғаләдә нефт лайыны Һарәкәт едән температур саҖәсинн моделләшдирмә үчүн замана көрә дәјишән структурау тор схемләри таклиф едиләр. Белә тор метод вериләш тәһлији шәкл дәјишдирилдикдән сонра валид һенсәдә функциясыны иштирак етдији јени дифференсәл тәһлијә тәтбиғ олуңур.

М. А. Gulyev

NETWORKS WITH A CHANGING IN TIME STRUCTURE FOR SIMULATION OF THE MOVING TEMPERATURE FIELD OF THE OIL LAYER

A simulation of the moving temperature fields is connected with great difficulties. In the paper it is suggested the network with a changing in time structure for the simulation of the process of creation of the moving burning center in the oil layer. Such network changes its structure depending on time. The stated simulation method is used after the changing of the input equation's form resulting in differential equation containing Heavyside single function. For different times it is given appropriate electric schemes (fig. 1, 2, 3).

УДК 530.1.

ФИЗИКА

Й. А. ВЕРДИЕВ, Б. А. РАДЖАБОВ

КОНТРАКЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ГРУППЫ ДЕ СИТТЕРА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР Л. М. Имановым)

В работах [1—2] развивается теория квантованных полей во Вселенной Де Ситтера, которая в плоском пределе переходит в теорию поля в пространстве Минковского. В связи с этим представляет определенный интерес изучение представлений группы Де Ситтера [3—8] и их контракция, т. е. предел в смысле Вигнера-Инёню [9—11]. Целью данной работы является осуществление контракции представлений группы Де Ситтера к представлениям группы Пуанкаре. Для этого мы будем пользоваться реализацией представлений групп $SO(p, q)$, предложенной одним из авторов [7]. В этой работе методом малой группы Вигнера было построено неприводимое унитарное представление (НУП) $T_\chi(g)$, $\chi=(\sigma, s)$, $g \in SO(4, 1)$ группы $SO(4, 1)$ в пространстве D_χ бесконечно дифференцируемых однородных вектор-функций $F_{s\lambda}(x)$ на конусе $[x, x] = x_0^2 - x_1^2 - x_2^2 - x_3^2 - x_4^2 = 0, x_0 > 0$, степени однородности σ . Действие оператора $T_\chi(g)$, $\chi=(\sigma, S)$ представления определяется формулой:

$$T_\chi(g)F_{s\lambda}(x) = \sum_{\lambda'=-s}^s D_{\lambda'\lambda}^{(s)}[r(\eta_1, \psi, \eta_2)] F_{s\lambda'}(x_g) \quad (1)$$

Здесь $D_{\lambda'\lambda}^{(s)}(r)$, $r \in SO(3)$ — матричные элементы представлений группы вращения, $r(\eta_1, \psi, \eta_2)$ — вигнеровское вращение, которое определяется компактной частью элемента $v(x, g)$ стационарной подгруппы точки $\dot{x} = (1, 0, 0, 0, 1)$:

$$v(x, g) = h(x)gh^{-1}(x_g), \quad (2)$$

где $h(x)$ — оператор буста, $x = \dot{x}h(x)$.

Укажем еще одну реализацию пространства D_χ , удобную для изучения проблемы контракции представлений группы $SO(4, 1)$. Для этого рассмотрим сечение конуса $[x, x] = 0, x_0 > 0$ плоскостями $x_4 = 1, x_4 = -1$. Каждое сечение определяет верхнюю полу двуполостного гиперболоида $u^2 \equiv u_0^2 - u_1^2 - u_2^2 - u_3^2 = 1$. В силу однородности функции из D_χ однозначно определяются своими значениями на двуполостных гиперболоидах:

$$F(x) = |x_4|^\sigma \Phi(u, \varepsilon),$$

где

$$u = \left(\frac{x_0}{|x_4|}, \frac{x_1}{|x_4|}, \frac{x_2}{|x_4|}, \frac{x_3}{|x_4|} \right), \quad \varepsilon = \frac{x_4}{|x_4|} \text{Sign } x_4.$$

Таким образом, пространство D_χ можно реализовать как пространство $\tilde{D}_\chi$ бесконечно дифференцируемых функций $\Phi(u, \varepsilon)$ на верхнем поле двуполостного гиперболоида.

Теперь, рассмотрим Вигнер-Инёню предел, при котором НУП $T_\chi(g)$, $\chi=(\sigma, s)$, $g \in SO(4, 1)$ переходит в НУП $U_\chi(g)$, $\chi=(m, s)$, $g \in SO(3, 1)$. Для этого найдем предел параметров группы $SO(4, 1)$, при котором группа Де Ситтера переходит в группу Пуанкаре $ISO(3, 1)$. Поскольку группа $SO(4, 1)$ есть группа движений, оставляющая инвариантным квадратичную форму

$$x_0^2 - x_1^2 - x_2^2 - x_3^2 - x_4^2 = S^2(x),$$

ясно что для нахождения требуемого предела достаточно рассматривать лишь преобразования в плоскостях (x_μ, x_4) ($\mu = 0, 1, 2, 3$). Для примера рассмотрим преобразование

$$x_0^1 = x_0 \cosh \alpha + x_4 \sinh \alpha, \quad x_4^1 = x_4 \cosh \alpha + x_0 \sinh \alpha.$$

Основываясь на том, что пространство Де-Ситтера

$$x_0^2 - x_1^2 - x_2^2 - x_3^2 - x_4^2 = -R^2, \quad x_4 = \sqrt{x^2 + R^2} \quad (3)$$

при $R \rightarrow \infty$ переходит в пространство Минковского (2), определим предел параметра α , положив $\alpha = a_0/R$. Тогда из (3) получим:

$$x_0 = x_0 \cosh \frac{a_0}{R} + \sqrt{x^2 + R^2} \sinh \frac{a_0}{R} \xrightarrow{R \rightarrow \infty} x_0 + a_0, \quad x_4^1 = x_4.$$

Тем самым мы видим, что преобразования $g_{01}(\alpha)$, $g_{14}(\varphi_1)$ в плоскостях (x_μ, x_4) ($\mu = 0, 1, 2, 3$) переходят в группу преобразований трансляций, если полагать:

$$\alpha = a_0/R, \quad \varphi_i = a_i/R, \quad (i = 1, 2, 3) \text{ при } R \rightarrow \infty.$$

Теперь найдем контракцию представления $T_\chi(g)$, $\chi=(\sigma, s)$, $g \in SO(4, 1)$. Для этого рассмотрим реализацию на пространстве $\tilde{D}_\chi$, $\chi=(\sigma, s)$ — бесконечно дифференцируемых вектор-функций $\Phi_{s\lambda}(u, \varepsilon)$, ($\varepsilon = \pm 1$) на двуполостном гиперболоиде $[u, u] = u_0^2 - u_1^2 - u_2^2 - u_3^2 = 1, u_0 > 0$. Тогда формула представления (1) принимает вид:

$$\tilde{T}_\chi(g) \Phi_{s\lambda}(u, \varepsilon) = \left(\frac{|x_{4g}|}{|x_4|} \right)^\sigma \sum_{\lambda'=-s}^s D_{\lambda'\lambda}^{(s)}(r) \Phi_{s\lambda'}(u_g, \varepsilon_g), \quad (4)$$

где $u_g = (u_{0g}, u_{1g}, u_{2g}, u_{3g})$, $|x_{4g}|/|x_4|$ определяются из соотношений:

$$x_g = x_g = x_{4g} u_g, \quad \varepsilon_g = \text{sign } x_{4g}.$$

Легко убедиться, что в случае, когда $g = L \in SO(3, 1)$ представление (4) принимает следующий вид:

$$\tilde{T}_\chi(L) \Phi_{s\lambda}(u, \varepsilon) = \sum_{\lambda'=-s}^s D_{\lambda'\lambda}^{(s)}[h(u)Lh^{-1}(u_L)] \Phi_{s\lambda'}(uL, \varepsilon) \quad (5)$$

Поскольку параметр h не входит явным образом в формулу (5), отсюда не определяется предел σ , при котором НУП $T_\chi(g)$; $\chi=(\sigma, s)$, $g \in SO(4,1)$ переходит в НУП $U_\chi(g)$; $\chi=(m, s)$, $g \in SO(3,1)$. Поэтому рассмотрим преобразования в плоскостях (x_μ, x_4) , ($\mu=0,1,2,3$). Например, для преобразования $g_{04}(\alpha)$, где $\alpha=a_0/R$ имеем:

$$\begin{aligned} |x_{4g}| |x_4| &= \left| x_4 ch \frac{a_0}{R} + x_0 sh \frac{a_0}{R} \right| |x_4| = |\epsilon ch \alpha + u_0 sh \alpha|, \\ u_{0g_{04}} &= x_{0g_{04}} / |x_{4g_{04}}| = (u_0 ch \alpha + \epsilon sh \alpha) / |\epsilon ch \alpha + u_0 sh \alpha|, \\ u_{1g_{04}} &= u_1 |x_4| / |x_{4g}| = u_1 / |\epsilon ch \alpha + u_0 sh \alpha|, \\ \epsilon_{g_{04}} &= x_{4g_{04}} / |x_{4g_{04}}| = (\epsilon ch \alpha - u_0 sh \alpha) / |\epsilon ch \alpha + u_0 sh \alpha|. \end{aligned} \quad (6)$$

С другой стороны, нетрудно видеть, что элементы стационарной подгруппы при $R \rightarrow \infty$ стремятся к единице:

$$v(g_{04}, x) = h^{-1}(x) g_{04} \left(\frac{a_0}{R} \right) h^{-1} \left[x g_{04} \left(\frac{a_0}{R} \right) \right] \xrightarrow{R \rightarrow \infty} I.$$

Тем самым (4) для $g=g_{04} \left(\frac{a_0}{R} \right)$ принимает вид:

$$\tilde{T}_\chi \left[g_{04} \left(\frac{a_0}{R} \right) \right] \Phi_{\chi\lambda}(u, \epsilon) = \left| \epsilon ch \frac{a_0}{R} + u_0 sh \frac{a_0}{R} \right|^3 \Phi_{\chi\lambda}(u_{g_{04}}; \epsilon_g)$$

Отсюда видно, что это представление переходит в представление трансляции $u_\chi(a_0)$, $\chi=(m, s)$:

$$u_\chi(a_0) \Phi_\chi(p; \epsilon) = e^{ip_0 a_0} \Phi_\chi(p; \epsilon),$$

если рассматривать основную серию унитарного представления $\chi=(-3/2+ip, \epsilon)$ и положить $p=mR$. На самом деле, при $R \rightarrow \infty$, как следует из (6):

$$u_{g_{04}} \left(\frac{a_0}{R} \right) \xrightarrow{R \rightarrow \infty} u, \quad \epsilon_{g_{04}} \left(\frac{a_0}{R} \right) \xrightarrow{R \rightarrow \infty} \epsilon$$

С другой стороны, нетрудно видеть, что

$$\left| \epsilon ch \frac{a_0}{R} + u_0 sh \frac{a_0}{R} \right|^{-3+imR} \xrightarrow{R \rightarrow \infty} e^{im u_0 a_0} = e^{ip_0 a_0},$$

где $p_0 = m u_0$.

Аналогичным образом рассматриваются преобразования на плоскостях (x_l, x_4) , ($l=1, 2, 3$).

Итак, контракцию представления группы $SO(4,1)$ можно осуществить лишь для основной непрерывной серии НУП $T_\chi(g)$, $\chi=(3/2+imR; s)$ при $R \rightarrow \infty$.

Точно также рассматривается задача о контракции группы $SO(3,2)$ и ее представления в группу Пуанкаре и ее представления, соответственно. При этом представления основной непрерывной серии группы $SO(3,2)$ переходят в представления группы Пуанкаре с минимальной массой $m^2 < 0$.

Литература

1. Nachtmann, O. *Commun. Math. Phys.*, 6, 1, 1967.
2. Börner G. and Dürr V. P., *Nuovo Cim.*, 64A, 669, 1969.
3. Thomas L. H., *Ann. Math.*, 42, 113, 1941.
4. Newton T. D., *Ann. Math.*, 51, 731, 1950.
5. Raczyk R., Limic N. and Niederle J. J. *Math. Phys.*, 7, 1161, 1966.
6. Dixmier J., *Bull. Soc. Math. France*, 89, 9, (1961).
7. Вердиев Й. А. Препринт № 44, ИФАН Азерб. ССР, 1976.
8. Виленкин Н. Я. Специальные функции и теория представлений групп, Наука, 1965.
9. Inönü and Wigner. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 39, 510, 1953.
10. Ström S., *Arkiv för Fysik*, 40, 1, 1961.
11. Michelsson J., Niederle J., *Commun. Math. Phys.*, 27, 167, 1972.

Институт физики

Поступило 28.III 1977

Й. А. Вердиев, Б. А. Ражабов

ДЕ СИТТЕР ГРУППУНУН КОНТРАКЦИЈАСЫ

Магалалэ Де Ситтер группунун тасвирлэри Пуанкаре группунун тасвирлэринэ контракция едилмишир. $SO(4,1)$ группунун кэтирилмэжэн унитар тасвирлэринин кэсилмэз эсас сериясынын контракция нэтичэсиндэ Пуанкаре группунун физики тасвирлэринэ кечиди кэстэриллишир.

Yi. A. Verdiev, B. A. Rajabov

THE CONTRACTION OF REPRESENTATIONS OF THE DE SITTER GROUP

The contraction of the principal continuous series of the de Sitter group $SO(4,1)$ to positive mass representations of the Poincaré group is carried out in detail. It is shown that all positive mass continuous unitary irreducible representations of the Poincaré group can be obtained by this method.

УДК 538, 111; 538, 221

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

А. М. СУЛЕЙМАНОВ

ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ЯДЕРНЫХ СПИНОВЫХ ВОЛН В ИНДУЦИРОВАННЫХ ФЕРРОМАГНЕТИКАХ

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

В работах [1,2] была рассмотрена задача о параметрическом возбуждении объемных коллективных мод ("магнитных экситонов") в синглет-триплетных магнитных системах без учета сверхтонкого взаимодействия между ядерными и электронными спинами. В данной работе исследована роль сверхтонкого взаимодействия на параметрическое возбуждение коллективных мод синглет-триплетного ферромагнетика. Параметрическое возбуждение методом параллельной магнитной накачки одновременно электронных и ядерных спиновых волн анализируется применением метода многовременных функций Грина [3]. При этом учтены высшие приближения в задаче реакции системы на внешнее возмущение.

Гамильтониан синглет-триплетного ферромагнетика с учетом сверхтонкого взаимодействия между ядерными и электронными спинами имеет вид:

$$H_0 = \sum_i V_{i, \text{кр.}} - \sum_{ij} J(i-j) \vec{J}_i \vec{J}_j - A \cdot \sum_i \vec{J}_i \cdot \vec{I}_i - g_e \cdot \mu_B H \cdot \sum_i I_i^z - g_n \cdot \mu_n \cdot H \cdot \sum_i I_i^z, \quad (1)$$

где первый член описывает действие кристаллического поля, второй — обменное взаимодействие между ионами, третий член учитывает сверхтонкое взаимодействие электронных и ядерных спинов ионов, последние два члена являются электронными и ядерными зеемановскими энергиями, соответственно. Постоянное магнитное поле H направлено по оси z . $V_{i, \text{кр.}}$ — потенциал кристаллического поля, действующего на i -й ион, который дает синглетное основное состояние и триплетное возбужденное состояние иона, разделенные энергетической

щелью Δ , $\vec{J}_i$ — полный угловой момент редкоземельного иона на i -ом узле, $J(i-j)$ — эффективное обменное взаимодействие между i -м и j -м ионами, A — константа сверхтонкого взаимодействия, I_i — оператор ядерного спина i -го иона, g_e и g_n — факторы спектроскопического расщепления для электрона и ядра, соответственно, μ_B — магнетон Борба, μ_n — ядерный магнетон.

В представлении псевдоспинового формализма [4] гамильтониан (1) имеет вид:

$$H_0 = \Delta \cdot \sum_i \vec{S}_i \cdot \vec{T}_i - \sum_{ij} J(i-j) \cdot (\alpha \vec{S}_i + \beta \vec{T}_i) \cdot (\alpha \vec{S}_j + \beta \vec{T}_j) - A \cdot \sum_i (\alpha \vec{S}_i + \beta \vec{T}_i) \cdot \vec{I}_i - g_e \cdot \mu_B \cdot \sum_i (\alpha S_i^z + \beta T_i^z) H - g_n \cdot \mu_n \cdot \sum_i I_i^z H \quad (2)$$

Выражая гамильтониан (2) через операторы вторичного квантования с помощью преобразования Гольштейна-Примакова [5] для спиновых операторов $\vec{S}$, $\vec{T}$ и $\vec{I}$ и переходя от узельного представления к импульсному, получаем:

$$H_0 = \sum_k [A_k a_k^+ a_k + B_k \cdot \theta_k^+ \theta_k + \epsilon_n \cdot c_k^+ c_k + D_k (a_k^+ \theta_k + a_k \theta_k^+) + \epsilon_1 (a_k^+ c_k + a_k c_k^+) + \epsilon_2 (\theta_k^+ c_k + \theta_k c_k^+)] \quad (3)$$

где

$$A_k = A_{k0} + \alpha I A$$

$$A_{k0} = 2\alpha^2 (J(0) - J(k)) \cdot S - \Delta \cdot T + 2\alpha\beta J(0) T + \alpha \cdot g_e \mu_B H$$

$$B_k = B_{k0} + \beta I A$$

$$B_{k0} = 2\beta^2 (J(0) - J(k)) \cdot T - \Delta \cdot S + 2\alpha\beta J(0) S + \beta g_n \mu_n H$$

$$\epsilon_n = \alpha A S + \beta A T + g_n \cdot \mu_n \cdot H, \quad \epsilon_1 = -\alpha A \cdot \sqrt{S \cdot T}, \quad \epsilon_2 = -\beta A \cdot \sqrt{T \cdot I}$$

$$J(k) = \sum_{\Delta} J(\Delta) \cdot e^{-ik\Delta}, \quad J(0) = \sum_{\Delta} J(\Delta)$$

Гамильтониан (3) диагонализуются с помощью следующего преобразования операторов [3]:

$$a_k = x_k d_k + y_k \cdot f_k + z_k g_k$$

$$\theta_k = y_k d_k + z_k \cdot f_k + x_k g_k$$

$$c_k = z_k \cdot d_k + x_k \cdot f_k + y_k \cdot g_k.$$

(4)

Коэффициенты преобразования x_k , y_k и z_k , определенные из условия диагональности преобразованного гамильтониана удовлетворяют условию:

$$x_k^2 + y_k^2 + z_k^2 = 1$$

С учетом этого обстоятельства преобразованный гамильтониан записывается в виде:

$$H_0 = \sum_k (\Omega_{k1} d_k^+ d_k + \Omega_{k2} \cdot f_k^+ f_k + \Omega_{k3} \cdot g_k^+ g_k),$$

где

$$\Omega_{k1} = \omega_{k1} + \frac{\omega_{k1}^2 (\epsilon_n + \alpha I A + \beta I A) - \omega_{k1} [A_{k0} (\epsilon_n + \beta I A) + B_{k0} (\epsilon_n + \alpha I A) - \epsilon^2] + \epsilon_n (A_{k0} B_{k0} - D_k^2)}{\omega_{k1} (\omega_{k1} - \omega_{k2}) - 2\omega_{k1} (\epsilon_n + \alpha I A + \beta I A) + A_{k0} (\epsilon_n + \beta I A) + B_{k0} (\epsilon_n + \alpha I A)}$$

$$\Omega_{k2} = \omega_{k2} + \frac{\omega_{k2}^2 (\epsilon_n + \alpha I A + \beta I A) - \omega_{k2} [A_{k0} (\epsilon_n + \beta I A) + B_{k0} (\epsilon_n + \alpha I A) - \epsilon_1^2 + \epsilon_2^2] + \epsilon_n (A_{k0} B_{k0} - D_k^2)}{\omega_{k2} (\omega_{k2} - \omega_{k1}) - 2\omega_{k2} (\epsilon_n + \alpha I A + \beta I A) + A_{k0} (\epsilon_n + \beta I A) + B_{k0} (\epsilon_n + \alpha I A)}$$

$$\Omega_{k3} = \frac{(A_{k0} B_{k0} - D_k^2) \epsilon_n + (\alpha I A \cdot B_{k0} + \beta I A \cdot A_{k0}) \epsilon_n}{\omega_{k1} \cdot \omega_{k2} + A_{k0} (\epsilon_n + \beta I A) + B_{k0} (\epsilon_n + \alpha I A) - \epsilon_1^2}$$

—энергии элементарных возбуждений рассматриваемой системы, где

$$\omega_{k1} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (A_{ko} + B_{ko}) + \left[(A_{ko} - B_{ko})^2 + 4 \cdot D_k^2 \right]^{1/2} \right\},$$

$$\omega_{k2} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (A_{ko} + B_{ko}) - \left[(A_{ko} - B_{ko})^2 + 4 \cdot D_k^2 \right]^{1/2} \right\}.$$

—энергии элементарных возбуждений синглет-триплетного ферромагнетика без учета сверхтонкого взаимодействия ядерных и электронных спинов [1].

Следовательно, спектр коллективных возбуждений рассматриваемой системы состоит из трех ветвей. Две из них (Ω_{k1} и Ω_{k2}) являются электронными ветвями (Ω_{k1} —электронные магноны, а Ω_{k2} —магнитные экситоны*), а ветвь Ω_{k3} —ядерная.

Пусть на рассматриваемую систему действует (в направлении оси z) переменное магнитное поле (поле параллельной накачки) $h(t) = h \cdot \cos \omega t$. Гамильтониан взаимодействия поля накачки с рассматриваемой системой будет иметь вид:

$$H_1(t) = (-g_e \cdot \mu_e \cdot \sum_i J_i^z - g_n \cdot \mu_n \cdot \sum_i I_i^z) \cdot h \cdot \cos \omega t \quad (5)$$

Выражая гамильтониан (5) через операторы вторичного квантования, переходя от узельного представления к импульсному и используя преобразования (4), получим $H_1(t)$ в виде:

$$H_1(t) = h \cdot \cos \omega t \cdot \sum_k [f_{1k}(d_k f_k + d_k^+ f_k^+) + f_{2k}(d_k g_k + d_k^+ g_k^+) + f_{3k}(f_k g_k + f_k^+ g_k^+)],$$

где

$$f_{1k} = \alpha g_e \mu_e x_k \cdot y_k + \beta \cdot g_e \mu_e \cdot y_k \cdot z_k + g_n \mu_n x_k \cdot z_k,$$

$$f_{2k} = \alpha \cdot g_e \mu_e x_k z_k + \beta g_e \mu_e x_k y_k + g_n \mu_n y_k \cdot z_k,$$

$$f_{3k} = \alpha \cdot g_e \mu_e y_k z_k + \beta \cdot g_e \mu_e x_k z_k + g_n \mu_n x_k y_k.$$

Задачу параметрического возбуждения электронных и ядерных спиновых волн будем решать используя метод многовременных функций Грина для вычисления высших приближений в задаче реакции системы на внешнее возмущение [3]. Для удобства введем следующие обозначения:

$$A = -\frac{h}{2} \cdot \sum_k (A_{1k} + A_{2k} + A_{3k}); A_{1k} = f_{1k} \cdot (d_k f_k + d_k^+ f_k^+),$$

$$A_{2k} = f_{2k} \cdot (d_k g_k + d_k^+ g_k^+) \quad A_{3k} = f_{3k} \cdot (f_k g_k + f_k^+ g_k^+).$$

В этих обозначениях оператор $H_1(t)$ примет вид:

$$H_1(t) = -A \cdot (e^{i\omega t} + e^{-i\omega t}).$$

Следуя работе [3], находим среднее от оператора A_{1k} :

$$A_{1k} >_{\text{ср}} = \langle A_{1k} \rangle_0 + (-2\pi^2 \cdot G_3(A_{1k}; 0, \omega) + e^{-i\omega t} \cdot \{(-2\pi) \cdot G_2(A_{1k}; \omega) + (-2\pi)^3 \cdot [G_4(A_{1k}; \omega, 0, \omega) + G_4(A_{1k}; \omega, 2\omega, \omega) + G_4(A_{1k}; \omega, 0, -\omega)]\}, \quad (6)$$

где $\langle A_{1k} \rangle_0$ —среднее по равновесной матрице плотности [3]. Написав уравнения движений для каждой функции Грина, входящие в (6) и решая эти уравнения, находим значения функции Грина $G_3, G_2, G_4, \dots$, которые соответственно равны:

$$G_3(A_{1k}; 0, \omega) \approx 0$$

$$G_2(A_{1k}; \omega) \approx -\frac{h}{4\pi} \cdot \frac{f_{1k} \cdot f_{2k} \langle f_k g_k^+ - f_k^+ g_k \rangle + f_{1k} \cdot f_{3k} \langle d_k g_k^+ - d_k^+ g_k \rangle}{\omega - (\Omega_{k1} + \Omega_{k2}) + i(\xi_{k1} + \xi_{k2})}$$

$$G_4(A_{1k}; \omega, 0, -\omega) \approx \frac{h^2}{16\pi^2} \cdot (\xi_{k1} \xi_{k2})^{-1} \cdot i(\xi_{k1} + \xi_{k2}) \cdot (f_{2k}^2 + f_{3k}^2) \frac{G_2(A_{1k}; \omega)}{\omega - (\Omega_{k1} + \Omega_{k2}) + i(\xi_{k1} + \xi_{k2})}$$

$$G_4(A_{1k}; \omega, 0, -\omega) \approx -\frac{h^2}{16\pi^2} \cdot (\xi_{k1} \xi_{k2})^{-1} i(\xi_{k1} + \xi_{k2}) \cdot (f_{2k}^2 + f_{3k}^2) \frac{G_2(A_{1k}; \omega)}{\omega - (\Omega_{k1} + \Omega_{k2}) - i(\xi_{k1} + \xi_{k2})}$$

$$G_4(A_{1k}; 2\omega, \omega) \approx 0.$$

Используя критерий Малсен—Танака [6,7], из выражений (6) и (7) легко определить критическое значение магнитного поля накачки, отвечающее параметрическому возбуждению одновременно одного электронного магнона и одного «магнитного экситона»:

$$h_{\text{кр}}^1 \approx \frac{\sqrt{2} \cdot h \cdot (\xi_{k1} \xi_{k2})^{1/2} \{|\omega - (\Omega_{k1} + \Omega_{k2})|^2 + (\xi_{k1} + \xi_{k2})^2\}^{1/2}}{(\xi_{k1} + \xi_{k2}) \cdot (f_{2k}^2 + f_{3k}^2)^{1/2}} \quad (8)$$

При условии параметрического резонанса $\omega = \Omega_{k1} + \Omega_{k2}$, $h_{\text{кр}}^1$ имеет простой вид:

$$h_{\text{кр}}^1 \approx \frac{\sqrt{2} \cdot h \cdot (\xi_{k1} \xi_{k2})^{1/2}}{(f_{2k}^2 + f_{3k}^2)^{1/2}} \quad (9)$$

Аналогичным образом, по формуле (6) найдем среднее значение оператора A_{2k} . Входящие в $\langle A_{2k} \rangle_{\text{ср}}$ функции Грина $G_3, G_2, G_4, \dots$, соответственно равны:

$$G_3(A_{2k}; 0, \omega) \approx 0.$$

$$G_2(A_{2k}; \omega) \approx -\frac{h}{4\pi} \cdot \frac{f_{2k} f_{1k} \langle g_k f_k^+ - f_k g_k^+ \rangle + f_{2k} \cdot f_k \langle d_k f_k^+ - d_k^+ f_k \rangle}{\omega - (\Omega_{k1} + \Omega_{k3}) + i(\xi_{k1} + \xi_{k3})}$$

$$G_4(A_{2k}; \omega, 0, \omega) = \frac{h^2}{16\pi^2} \cdot (\xi_{k1} \xi_{k3})^{1/2} \cdot i(\xi_{k1} + \xi_{k3}) \cdot (f_{1k}^2 + f_{3k}^2) \frac{G_2(A_{2k}; \omega)}{\omega - (\Omega_{k3} + \Omega_{k1}) + i(\xi_{k1} + \xi_{k3})}$$

$$G_4(A_{2k}; \omega, 0, -\omega) = -\frac{h^2}{16\pi^2} \cdot (\xi_{k1} \xi_{k3})^{1/2} \cdot i(\xi_{k1} + \xi_{k3}) \times$$

$$\times (f_{1k}^2 + f_{3k}^2) \frac{G_2(A_{2k}; \omega)}{\omega - (\Omega_{k1} + \Omega_{k3}) - i(\xi_{k1} + \xi_{k3})}$$

$$G_4(A_{2k}; \omega, 2\omega, \omega) \approx 0.$$

Это дает следующее выражение для порогового значения переменного магнитного поля, отвечающего параметрическому возбуждению одновременно одного ядерного магнона и одного электронного магнона:

$$h_{\text{кр}}^{(2)} \approx \frac{\sqrt{2} \cdot h \cdot (\xi_{k1} \xi_{k3})^{1/2} \{|\omega - (\Omega_{k1} + \Omega_{k3})|^2 + (\xi_{k1} + \xi_{k3})^2\}^{1/2}}{(\xi_{k1} + \xi_{k3}) (f_{1k}^2 + f_{3k}^2)^{1/2}} \quad (10)$$

При условии параметрического резонанса $\omega = \Omega_{k3} + \Omega_{k1}$, для значения порогового поля $h_{\text{кр}}^{(2)}$, из (10) получается:

$$h_{\text{кр}}^{(2)} \approx \frac{\sqrt{2} \cdot h \cdot (\xi_{k1} \xi_{k3})^{1/2}}{(f_{1k}^2 + f_{3k}^2)^{1/2}} \quad (11)$$

Аналогичные вычисления дают следующие значения для функций Грина, входящих в выражение, написанное для $\langle A_{3k} \rangle_{\text{ср}}$:

$$G_3(A_{3k}; 0, \omega) \approx 0$$

$$G_2(A_{3k}; \omega) \approx -\frac{h}{4\pi} \cdot \frac{f_{3k} \cdot f_{2k} \langle g_k d_k^+ - g_k^+ d_k \rangle + f_{3k} \cdot f_{1k} \langle f_k d_k^+ - d_k f_k^+ \rangle}{\omega - (\Omega_{k3} + \Omega_{k2}) + i(\xi_{k2} + \xi_{k3})}$$

$$G_4(A_{3k}; \omega, 0, \omega) \approx \frac{h^2}{16\pi^2} \cdot (\xi_{k2}\xi_{k3})^{1/2} \cdot l(\xi_{k2} + \xi_{k3})(f_{1k}^2 + f_{2k}^2) \times$$

$$\frac{G_2(A_{3k}; \omega)}{\omega - (\Omega_{k3} + \Omega_{k2}) + l(\xi_{k2} + \xi_{k3})}$$

$$G_4(A_{3k}; \omega, 0, -\omega) \approx -\frac{h^2}{16\pi^2} \cdot (\xi_{k2}\xi_{k3})^{1/2} \cdot l(\xi_{k2} + \xi_{k3})(f_{1k}^2 + f_{2k}^2) \times$$

$$\frac{G_2(A_{3k}; \omega)}{\omega - (\Omega_{k3} + \Omega_{k2}) - l(\xi_{k2} + \xi_{k3})}$$

$$G_4(A_{3k}; \omega, 2\omega, \omega) \approx 0$$

Это приводит к следующему выражению для порогового значения поля накачки, отвечающего параметрическому возбуждению одновременно одного ядерного магнона и одного „магнитного экситона“:

$$h_{кр.}^{(3)} \approx \frac{h\sqrt{2}(\xi_{k3}\xi_{k2})^{1/2} \cdot \{|\omega - (\Omega_{k2} + \Omega_{k3})|^2 + (\xi_{k2} + \xi_{k3})^2\}^{1/2}}{(f_{1k}^2 + f_{2k}^2)^{1/2} \cdot (\xi_{k2} + \xi_{k3})} \quad (12)$$

При условии резонанса $\omega = \Omega_{k3} + \Omega_{k2}$, выражение для $h_{кр.}^{(3)}$ принимает вид:

$$h_{кр.}^{(3)} \approx \frac{h\sqrt{2} \cdot (\xi_{k3}\xi_{k2})^{1/2}}{(f_{1k}^2 + f_{2k}^2)^{1/2}} \quad (13)$$

Оценим значения критических полей, полученных для каждого типа параметрических возбуждений в рассматриваемой системе. Полагая в формулах (9), (11) и (13) $h \sim 10^{-27}$ эрг. сек., $\mu_B \sim 10^{-20}$ СГСМ ед; $\mu_n \sim 10^{-17}$ СГСМ ед., $\xi_{k1}, \xi_{k2} \sim (10^8 - 10^9)$ сек $^{-1}$, $\xi_{k3} \sim (10^8 - 10^9)$ сек $^{-1}$, $J(0) \sim \Delta \sim (10^{-13} - 10^{-14})$ эрг, $A \sim (10^{-14} - 10^{-15})$ эрг, для значений критических полей получим:

$$h_{кр.}^{(1)} \sim (10 - 10^2) \text{ э}, \quad h_{кр.}^{(2)} \sim (10^{-1} - 10) \text{ э}, \quad h_{кр.}^{(3)} \sim (10^{-1} - 10) \text{ э}.$$

Все эти значения порогового поля находятся в экспериментально достижимой области.

Автор выражает благодарность Ю. М. Сеидову за постановку задачи и обсуждение полученных результатов.

Литература

- Сеидов Ю. М., Сулейманов А. М. ФНТ, 2523, 1976. 2. Сулейманов А. М. „Изв. Азерб. ССР серия физ.-тех. и матем. наук“, №4, 1976. 3. Тибликов С. В. Методы квантовой теории магнетизма. „Наука“, М. 1965. 4. Blume M., Hsich Y. Y. Phys. Rev., B6, 2684, 1972. 5. Holstein F., Primakoff H. Phys. Rev. 58, 1098, 1940. 6. Madsen E., Taha T. Phys. Rev. 184, 528, 1969. 7. Rezende M. S. Phys. Rev. B3, 1771, 1971.

Институт физики

Поступило 5. III 1977

А. М. Сулейманов

ИНДУКСИЯЛАНМЫШ ФЕРРОМАГНИТЛЭРДЭ ЭЛЕКТРОН ВЭ НҮВЭ СПИН ДАЛГАЛАРЫНЫН ПАРАМЕТРИК ОЈАДЫЛМАСЫ

Мәгәләдә электрон вә нүвә спинләрн арасындакы гаршылыгы тәсирин синглет-триплет ферромагнитләрдә коллектив модларын параметрик ојадылмасы мәсәләләрн-

дәки ролу арашдырылмышдыр. Көстәрилмишдир ки, бахылан системнн енержи спектри үч будагдан ибарәтдир. Олардан икиси электрон системннә, бири нсә нүвә системнә аиддир. Гојулан мәсәлә чохзаманлы Грин функциялары методу илә һәлл едилмишдир. Мүәјјән олунмушдур ки, бахылан системдә 3 чүр параметрик ојанма мүмкүндүр: а) ејни заманда бир электрон магнону вә бир магнит экситону; б) бир нүвә магнону вә бир электрон магнону вә бир „магнит экситону“ параметрик ојадыла биләр. Бу параметрик ојанмаларын һәр биринин баш верә билмәси үчүн лазым олан критик сәһәләрин ифадәси тапылмышдыр. Мәгәләдә һәмчинин критик сәһәләр үчүн алынмыш ифадәләр гүјмәтләндирилмишдир. Ејни заманда бир электрон магнону вә бир „магнит экситону“нун параметрик ојадылмасы һалы үчүн $h_{кр.} \approx (10 - 10^2)$ ерстед, о бири ики һал үчүн нсә $h_{кр.} \approx (10^{-1} - 1.)$ ерстед олмасы мүәјјәнләшдирилмишдир. Критик сәһәнин бу гүјмәтләри тәчрүби чәһәтдән әлверишли олан областда јерләшир.

A. M. Suleimanov

PARAMETRIC EXCITATION OF NUCLEAR AND ELECTRONIC SPIN WAVES IN INDUCED FERROMAGNETS

We have studied the simultaneous parametric excitation of nuclear and electronic spin waves in the systems with a crystal-field-only singlet ground state and triplet first excited state in the presence of hyperfine interaction between the electron and nuclear spins. It is shown that, because of hyperfine interaction, a system has three spin-wave branches at sufficiently low temperatures. Two branches relates essentially to the electronic system (electronic magnons and „magnetic excitons“) and one branch relates essentially to the nuclear system (nuclear magnons). Simultaneous parametric excitation of nuclear and electronic spin waves in this systems is investigated by parallel pumping. We have used the multi-time Green's-function method. It is shown the possibility of three kind of parametric excitation of spin-waves — a) of simultaneous parametric excitation of one electronic magnon and one „magnetic exciton“; b) one nuclear magnon and one electronic magnon; c) one nuclear magnon and one „magnetic exciton“. It is calculated the critical value of the pump field for the each kind of parametric excitation. The critical field is estimated to be of order $(10 - 10^2)$ in magnitude in case of parametric excitation of one electronic magnon and one „magnetic exciton“ and of order $(10^{-1} - 10)$ Oe in magnitude in other two cases.

УДК 537.529: 772.93

ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ
И ДИЭЛЕКТРИКОВ

Чл.-корр. АН СССР Г. Б. АБДУЛЛАЕВ, В. Г. АГАЕВ,
Н. Д. МАМЕДОВ, Р. Х. НАНИ

О КИНЕТИКЕ РАЗРЯДКИ ЭЛЕКТРОФОТОГРАФИЧЕСКИХ
СЛОЕВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ НА ОСНОВЕ CdJnGaS_4

Широкое применение электрофотографии затрудняется тем, что из-за недостаточного исследования физических свойств электрофотографических слоев невозможно управлять их электрофотографическими параметрами. Исследование потенциала поверхности в темноте и при освещении дает много информации о свойствах электрофотографических слоев.

В общем случае разрядка потенциала электрофотографического слоя может определяться свойствами поверхностного барьера, образующегося при осаждении поверхностного заряда, барьера на контакте слоя с подложкой или же с инжекцией носителей тока из подложки и генерацией носителей тока из объемных локализованных уровней полупроводника [1, 2, 3]. Доминирующую роль в кинетике спада потенциала в темноте может играть один или несколько из этих факторов. Определение таких важнейших параметров электрофотографических слоев, как потенциал, зарядки, кинетика спада потенциала в темноте и при освещении, чувствительность и ее спектральное распределение и т. д. связано с измерением поверхностного потенциала, принцип метода которого описан в работе [1].

В настоящей работе приводятся результаты исследования темного и светового спада потенциала электрофотографических слоев, изготовленных на основе соединения CdJnGaS_4 , с целью выяснения механизма образования скрытого электростатического изображения на этих слоях.

Исследуемые образцы были получены путем диспергирования порошка полупроводника CdJnGaS_4 на связующей среде с дальнейшим нанесением его на низкоомную подложку, на бумагополировочной машине, разработанной в нашей лаборатории.

Исследования по измерению начального потенциала показали, что значение потенциала зарядки электрофотографических слоев CdJnGaS_4 зависит как от сопротивления подложки, так и от толщины полупроводникового слоя. Например, для слоев, нанесенных на бумажную подложку, начальный потенциал составляет 300–350 в, в то же время для слоев, нанесенных на металлическую подложку, 550–600 в для

различных образцов. Отметим, что при этом толщина полупроводникового слоя со связующим составляла 18 мкм. С увеличением толщины фотопроводящего слоя значения начального потенциала увеличиваются, составляя более тысячи вольт, дальнейшее увеличение толщины приводит к насыщению начального потенциала.

Сопротивление подложек также влияет на характер спада потенциала. На рис. 1 приведен темновой спад отрицательного потенциала электрофотографических слоев CdJnGaS_4 , нанесенных на бумажную (кр. 1) и металлическую (кр. 2) подложки. Толщина фотопроводящего слоя при этом составляла 20 мкм. Из этого графика видно, что кривые темновой разрядки электрофотографических слоев, заряженные до одинаковых значений потенциала 1 и 2, заметно отличаются друг от друга.

Скорость начального спада потенциала электрофотографического слоя нанесенного на металлическую подложку быстрее и остаточный потенциал у него меньше.

Относительно низкий потенциал зарядки и медленный темновой спад потенциала электрофотографических слоев CdJnGaS_4 , нанесенных на бумажную подложку обусловлен, по-видимому, с большим значением сопротивления ($\rho_{\text{бум.}} 10^{10} \div 10^{11} \text{ ом.см}$) и неоднородной микроструктурой бумаги. Бумажная подложка обладает микроструктурой и сопротивление отдельных ее участков неодинаково. Поэтому слой может пробиваться не в том месте, где его электрическая прочность мала, а там, где мало сопротивление или электрическая прочность подложки [1]. Кроме того, если слой полупроводника нанесен на высокоомную подложку, то при зарядке ионы осаждаются на его поверхность, а свободные носители из объема слоя через подложку трудно проходят в землю и собираются у ее поверхности. При достаточно длительной зарядке потенциал достигает постоянного значения, однако плотность заряда на поверхности полупроводника уменьшается из-за генерации носителей. Поэтому полезный потенциал поверхности слоя может быть понижен по сравнению с потенциалом такого же слоя на подложке с достаточной электропроводностью.

На рис. 2 приведена кинетика темнового (кр. 1) и светового (кр. 2–4) спада отрицательного потенциала электрофотографического слоя CdJnGaS_4 , нанесенного на бумажную подложку. Видно, что с увеличением интенсивности света скорость начального спада увеличивается, а остаточный потенциал уменьшается.

Исследовалась также способность электрофотографических слоев CdJnGaS_4 заряжаться в поле положительной короны. На рис. 3 показана кинетика темнового спада потенциала электрофотографических слоев CdJnGaS_4 , нанесенных на бумажную (кр. 3) и металлическую

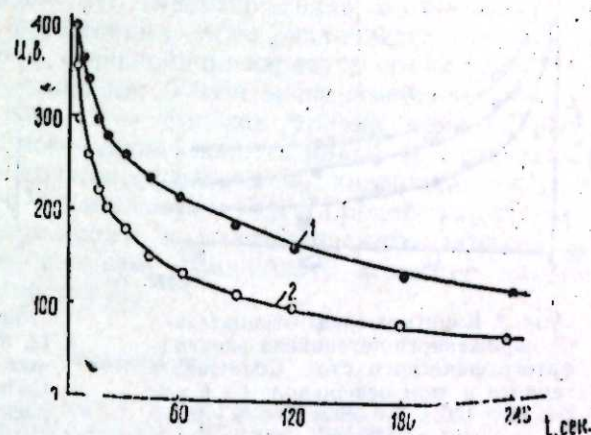


Рис. 1. Темновая разрядка отрицательно заряженного электрофотографического слоя CdJnGaS_4 с бумажной (1) и металлической (2) подложками.

подложки (кр. 1 и 2), заряженными положительными (кривая 2) и отрицательными (кр. 1 и 3) зарядами. Из кривых 1 и 2 видно, что электрофотографические слои CdInGaS_4 заряжаются как положитель-

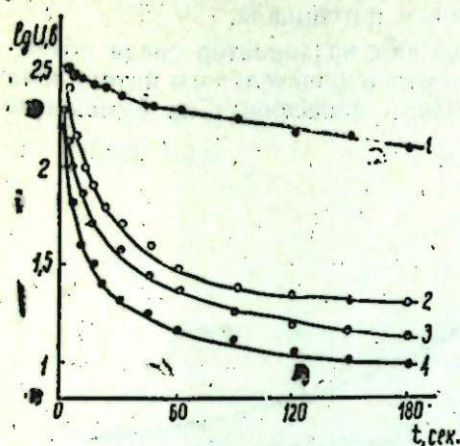


Рис. 2. Кинетика спада отрицательно заряженного потенциала электрофотографического слоя CdInGaS_4 в темноте и при освещении: 1 — $E=0$; 2 — $E=100$; 3 — $E=200$; 4 — $E=500$ лк.

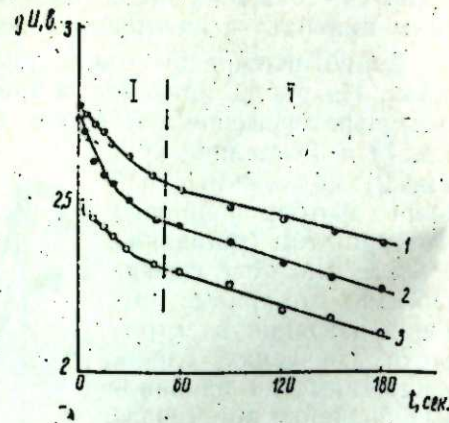


Рис. 3. Темновой спад отрицательного (1, 3) и положительного (2) заряженных электрофотографических слоев CdInGaS_4 , нанесенного на металлическую (1, 2) и бумажную (3) подложки.

ными, так и отрицательными зарядами примерно до одинакового значения потенциала и кроме начального участка их потенциалы совпадают с одинаковой скоростью.

Известно [1, 4], что слои ZnO заряжаются до высокого значения потенциала только в поле отрицательной короны, а в поле положительной короны до очень низкого значения потенциала. Авторы этих работ предполагают, что по-видимому, при положительной зарядке слоя из подложки сильно инжектируются носители тока, что ограничивает значение начального потенциала.

Так как электрофотографические слои, изготовленные на основе CdInGaS_4 , заряжаются как положительными, так и отрицательными зарядами примерно до одинаковых значений потенциала, характеры спада мало различаются в слоях с различными подложками и темновой спад в отдельных участках подчиняется экспоненциальному закону, то можно заключить, что при темновом спаде потенциала инжекция носителей тока из подложек не играет определяющую роль. Экспоненциальный характер спада свидетельствует о том, что разрядка электрофотографического слоя CdInGaS_4 обусловлена либо генерацией носителей тока из поверхностных уровней, либо из объемных локальных уровней.

Из рис. 1—3 видно, что в начальном участке процесса потенциал спадает быстрее, чем в остальных участках.

Наши исследования [5] показали, что в запрещенной зоне монокристаллов CdInGaS_4 существует достаточно большое число ($10^{16} \div 10^{17} \text{ см}^{-3}$) мелких уровней прилипания и в равновесном состоянии эти уровни являются пустыми. При зарядке электрофотографического слоя, изготовленного на основе этого полупроводника часть этих мелких уровней прилипания может быть заполнена под действием сильного электрического поля. Так как эффективное сечение захвата

этих уровней достаточно мало ($10^{-21} \div 10^{-22} \text{ см}^2$) [5], за счет быстрой термической генерации носителей тока из этих уровней создаются в объеме свободные носители тока и дрейфуют под действием поля до нейтрализуемого заряда, что обуславливает спад потенциала. В начальной стадии спада потенциала (участок I) решающую роль могут играть объемные уровни. Скорость дальнейшего спада потенциала уменьшается (участок II) и здесь, по-видимому, определяющую роль играет генерация носителей тока из поверхностных уровней, созданные во время осаждения заряженных ионов воздуха. Такой вывод подтверждается еще тем фактом, что характер спада потенциала отрицательно и положительно заряженных слоев различается только в начальных участках (участок I). Дальнейший характер спада (участок II) обоих потенциалов почти одинаков. Такой экспериментальный факт, по-видимому, обусловлен тем, что, так как уровни прилипания по-разному влияют на спад потенциала положительно и отрицательно заряженного слоя, то это должно сказаться на характере спада потенциала, что имеет место в начальной стадии процесса (участок I). Условия осаждения отрицательного и положительного зарядов одинаковы, что, вероятно, обеспечивает одинаковый характер дальнейшего спада потенциала (участок II).

Литература

1. Гайдялис В. И., Маркевич Н. Н., Монтримас Э. А. Физические процессы в электрофотографических слоях ZnO . Вильнюс, 1968. 2. Гренишин С. Г., Таурайтис А. С. "Электрофотография и магнитография". Вильнюс, 1972, стр. 231.
3. Гайдялис В. И., Монтримас Э. А., Матуленис А. Ю., Вишакас Ю. К., Литовский физический сб., т. 6, вып. 2, стр. 263, 1966.
4. Гренишин С. Г., Подвигалкин П. М. Сб. "Электрофотография и магнитография". Вильнюс, 1959, стр. 251.
5. Абдуллаев Г. Б., Агаев В. Г., Мамедов Н. Д., Нани Р. Х., Салаев Э. Ю. ФТП, т. 11, вып. 1, 1977.

Институт физики

Поступило 9. III 1977.

Г. Б. Абдуллаев, В. Г. Агаев, Н. Ч. Мамедов, Р. Х. Нани

CdInGaS_4 ЭСАСЫНДА ҺАЗЫРЛАНМЫШ ЭЛЕКТРОФОТОГРАФИК ТЭБЭГЭЛЭРИН БОШАЛМА КИНЕТИКАСЫ ҺАГГЫНДА

Мәғаләдә CdInGaS_4 электрофотографик тәбәгәләринин сәтһ потенциалының азалмасы тәдгиг олунмушдур. Мүәлҗән едилмишдир ки, CdInGaS_4 тәбәгәси һәм мәнфи, һәм дә мүсбәт потенциалла јүкләнир вә потенциалын азалмасында һәлледичи ролу һәчми вә сәтһи сәвијәләрдән јаранан јүкдашыјычылар ојнајыр.

G. B. Abdullaev, V. G. Agaev, N. D. Mamedov, R. Kh. Nani

ABOUT THE DISCHARGE KINETICS OF THE ELECTROPHOTOGRAPHIC LAYERS PREPARED ON THE BASIS OF GdZnGaS_4

Decay of the surface potential of the electrophotographic layer of CdZnGaS_4 have been investigated. It is shown, the layers of CdZnGaS_4 load negative as well as positive. The generation of the current carriers from volume and surface states plays the dominant part during potential discharge.

УДК 621. 315. 592

ФИЗИКА

А. Ш. АБДИНОВ, А. Г. КЯЗЫМ-ЗАДЕ, А. А. АХМЕДОВ

ПОЛЕВОЕ ГАШЕНИЕ ОСТАТОЧНОЙ ФОТОПРОВОДИМОСТИ В МОНОКРИСТАЛЛАХ JnSe

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

Изучение методов эффективного стирания информации, хранимой в элементах памяти, действующих на основе остаточной фотопроводимости (ОП) [1] в полупроводниках, представляет значительный интерес как с технической, так и с чисто научной точек зрения. Для этой цели применяются различные способы, т. е. в полупроводниках ОП стирается температурой, примесной ИК подсветкой или электрическим полем. В работах [2, 3] нами показано, что ОП в полупроводнике JnSe может стираться как температурой, ИК подсветкой, так и электрическим полем. Наиболее перспективным в этом отношении следует считать, по-видимому, гашение ОП электрическим полем. Однако возможности и физическая природа этого явления в значительной мере еще неясны. Причем, эта неясность относится не только к монокристаллам JnSe, а является нерешенной проблемой почти для всех полупроводников со свойством ОП. Например, некоторыми авторами принимается полевой механизм [4], другие объясняют полевое гашение ОП джоулевым нагревом образца [5]. Неизвестно также влияние уровней прилипания и контактов на гашение ОП электрическим полем и т. д.

Поэтому перед нами была поставлена цель более подробно изучить гашение ОП электрическим полем в монокристаллах JnSe и на основе полученных экспериментальных зависимостей по возможности уточнить ее природу.

1. Образцы и методика измерений. Мы использовали образцы срезанные из крупных монокристаллических слитков JnSe, выращенных методом медленного охлаждения при постоянном градиенте температур вдоль слитка [8]. Контакты получались в плавлении в вакууме, припайванием в открытом воздухе или нанесением металлических паст. В качестве контактного материала служили Jn, Sn или Ag. Исследовались образцы как с хорошо инжектирующими, так и с почти неинжектирующими контактами. Контакты наносились так, чтобы ток протекал вдоль слоев. Удельная проводимость изученных образцов, концентрация и подвижность свободных носителей тока в темно-

те при 300° К оказались $10^5 \div 10^6$ ом·см, $10^{12} \div 10^{13}$ см⁻³, $80 \div 100$ см² / в·сек соответственно. С понижением температуры до 77° К эти параметры уменьшались до $10^6 \div 10^7$ ом·см, $10^{10} \div 10^{11}$ см⁻³ и $20 \div 40$ см² / в·сек соответственно.

2. Вольтамперные характеристики. Изучены статические ВАХ в образцах как со слабо инжектирующими контактами, так и в образцах с достаточно хорошо инжектирующими контактами. В образцах первой группы в исходном состоянии, в широком интервале приложенного напряжения (до $E \leq 250$ в/см ≤ 250 в/см), ВАХ имела почти линейный характер, т. е. не происходила инжекция. А затем при более высоких полях ($E > 250$ в/см) наблюдался суперлинейный участок, который был обусловлен инжекцией (рис. 1, кр. 1). Если образцы предварительно были освещены светом и в них создано ОП, то после этого их ВАХ оказывались нестабильными. В этом случае при относительно малых напряжениях ток возрастает довольно круто, потом наступает сублинейная область с последующим переходом в область ОДП (рис. 1, кр. 2). После этого при снижении напряжения в обратном направлении ток оказывается значительно меньшим, чем при соответствующих напряжениях в прямом направлении, т. е. в процессе измерения ВАХ в направлении роста напряжений происходит гашение ОП. Однако полное разрушение ОП до темновой проводимости не происходит.

В изученных образцах JnSe гашение ОП обнаружено также при воздействии кратковременных электрических импульсов. При этом гасящее влияние отдельных импульсов складывается (рис. 2, а, кр. 1; рис. 2, б, кр. 1) и максимальное гашение ОП происходит при воздействии первого импульса. С дальнейшим ростом числа импульсов их гасящее действие уменьшается.

3. „Обратная“ релаксация проводимости. После прекращения гасящего импульса при низких температурах ($T \leq 120^\circ$ К) наблюдается „обратная“ релаксация проводимости. Причем, с ростом числа гасящих импульсов амплитуда „обратного“ тока (рис. 2, б, кр. 2) и время „обратной“ релаксации уменьшаются.

В образцах с хорошо инжектирующими контактами наблюдается несколько иная ситуация. При этом амплитуда „обратного“ тока и время „обратной“ релаксации почти не меняются с ростом числа последовательных импульсов (рис. 2 а, кр. 2).

4. Температурная зависимость полевого гашения ОП. Изучены ВАХ в состоянии ОП при различных температурах и установлено, что с ростом температуры степень гашения ОП электрическим полем (ПГОП) уменьшается. Однако при всех изученных температурах уменьшение скорости изменения тока в ВАХ (или гашение) появляется почти при одинаковых напряженностях. Последняя в изученных образцах равна приблизительно 100 в/см.

5. Термостимулированные токи при полевом гашении ОП. Для получения дополнительных сведений о том, что происходит в

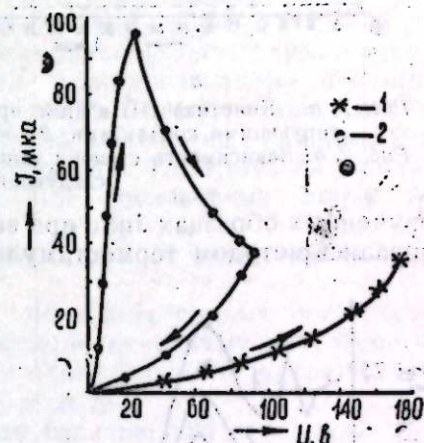


Рис. 1. Статическая ВАХ в JnSe: 1 — в исходном состоянии; 2 — в состоянии ОП.

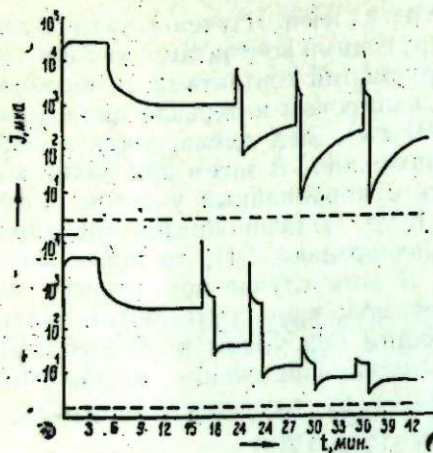


Рис. 2, а. Кинетика ОП в JnSe при полевым гашении: 1—образец с неинжектирующими контактами; 2—образец с инжектирующими контактами.

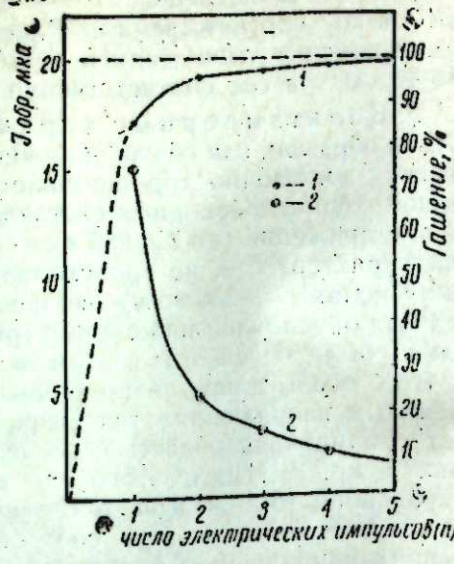


Рис. 2, б. Зависимость степени гашения (1) и «обратного» тока (2) от числа последующих гасящих импульсов.

изученных образцах JnSe при возбуждении и гашении ОП, мы воспользовались методом термостимулированных токов (ТСТ). Кривые ТСТ в

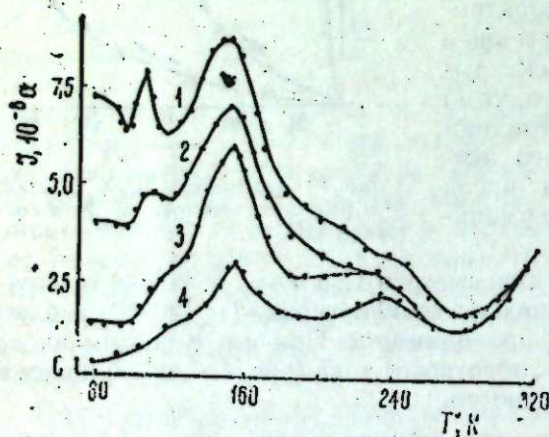


Рис. 3. Кривые ТСТ для различных уровней ОП: 1—после фотовозбуждения при 77° К; 2, 3—после частичного гашения ОП электрическим полем; 4—после гашения ОП примесной ИК-подсветкой.

изученных образцах JnSe в состоянии ОП характеризуются наличием максимумов при $T=105$ и 145°K . При низких уровнях ОП проявляется также слабый пик при $T=230^\circ\text{K}$ (рис. 3). Энергетическое расстояние этих уровней, вычисленное по формуле [7].

$$\varepsilon_i = k_0 T_n \ln \frac{N_c}{n_n}$$

составляет 0,09; 0,15 и 0,21 эВ соответственно. Здесь T_n —температура, при которой имеет место пик ТСТ, n_n —концентрация свободных электронов в пике ТСТ, N_c —эффективная плотность состояний в С-зоне. По мере полевого гашения ОП

происходит исчезновение максимума при 105°K и уменьшение площади под кривой ТСТ. Эти закономерности свидетельствуют о том, что состояние ОП сопровождается заполнением уровней прилипания. По мере гашения ОП происходит опустошение этих уровней, начиная с мелких до глубоких. На рис. 3 для сравнения приведена также кривая ТСТ после гашения ОП примесной ИК-подсветкой (кр. 4). Согласование ее с кр. 2 и 3 еще раз подтверждает, что гашение ОП электрическими импульсами имеет электроиную природу.

6. Обсуждение результатов. Полученные в эксперименте результаты хорошо объясняются на основе барьерной модели [1, 8], возможность применения которой к изученным образцам JnSe доказана ранее [2, 3]. Однако при этом необходимо учесть и влияние мелких уровней прилипания, а также процесса инжекции.

А. Своеобразная ВАХ изученных образцов в состоянии ОП и наблюдение в них сублинейности с последующим переходом к ОДП объясняется гашением ОП электрическим полем.

Независимость критического гасящего поля от температуры, уменьшение степени ПГОП с ростом температуры, незначительность выделяемого джоулева тепла в течение импульса свидетельствуют о полевом, а не о тепловом характере эффекта гашения ОП при воздействии внешнего напряжения.

Б. Наблюдаемая «обратная» релаксация проводимости после гашения ОП импульсом электрического поля обуславливается процессом установления термического равновесия между заполненными в состоянии ОП уровнями прилипания электронов и опустошенной в процессе ПГОП зоной проводимости. При этом, если уровень инжекции контактов мал, тогда с ростом числа гасящих импульсов уровни прилипания истощаются. Соответственно, амплитуда «обратного» тока и время «обратной» релаксации при росте числа последовательных гасящих импульсов монотонно уменьшаются. В случае хорошо инжектирующих контактов наоборот; за счет инжекции в течение каждого импульса уровни прилипания заново заполняются. Поэтому, ни амплитуда «обратного» тока, ни время «обратной» релаксации почти не меняются.

Это предположение хорошо доказывается также зависимостью кривых ТСТ от степени гашения ОП.

В. Зависимость гасящего действия последовательных импульсов от их числа, складывание гасящих действий отдельных импульсов, а также другие закономерности, которые проявлялись в эксперименте, также объясняют на основе барьерной модели.

Таким образом, можно сказать, что гашение ОП в монокристаллах JnSe при приложении достаточно больших внешних напряжений имеет полевою природу, а не тепловую. Процесс ПГОП хорошо объясняется на основе барьерной модели. При этом, необходимо учесть влияние инжекции и уровней прилипания на процесс ПГОП.

Литература

1. Шейнкман М. К., Шик А. Я. ФТП, 10, 2, 9, 1976.
2. Абдинов А. Ш., Казымзаде А. Г. ФТП, 9, 2135, 1975.
3. Абдинов А. Ш., Казымзаде А. Г. ФТП, 12, 2220, 1970; Карпович И. А., Звонков Б. Н., Ризаханов М. А. ФТП, 12, 2220, 1970; Кирьяшкина З. И., Названов В. Ф., Филиппенко В. Я. В сб. «ЭПФ», 63, Киев, 1975.
4. Гольдман А. Г., Жолкевич Г. А., Васюков А. Е. ФТП, 6, 835, 1972.
5. Мехтиев Р. Ф., Абдуллаев Г. Б., Ахундов Г. А. ДАН Азерб. ССР, 18, 11, 1962.
6. Бюб Р. Фотопроводимость твердых тел. ИЛ, 1962.
7. Шейнкман М. К., Маркевич И. В. Хвостов В. А. ФТП, 5, 1904, 1971.

АГУ им. С. М. Кирова

Поступило 12. IV 1977

Э. Ш. Абдинов, А. Н. Казымзаде, А. Э. Әһмәдов

JnSe МОНОКРИСТАЛЛАРЫНДА ГАЛЫГ ФОТОКЕЧИРИЧИЛИН САҺӘ ИЛӘ СӨНДҮРҮЛМӘСИ

Мәғаләдә JnSe монокристалларында галыг фотокечиричилиһин електрик саһәси вә ситәсилә сөндүрүлмә һадисәси таһылымшдыр.

Сөнмә һадисәси статик импульс режиминдә инжексия етдиричи вә инжексия етдирмәһән контактлар һаһында өҗрәһилимшдыр. Нәтижәдә ашкар едиһилимшдыр ки

InSe-дә сәһмә һадисәһи сәһә характерлидр. Бу һалда галыг фотокечиричиләр
електрик сәһәһи илә сәндүрүлмәһиниң бүтүн хусуһиәтләри барјер модели әсаси
изаһ олуур. Лакин бу һалда һәмчиниң инјексија етдиричи контактларың вә тутма
вијјәләриниң тәһирини дә һәзәрә алмаг лазымдыр.

A. Sh. Abdinov, A. G. Kyazym-zade, A. A. Akhmedov

ELECTRICAL QUENCHING OF PHOTOELECTRICAL MEMORY IN InSe

Electrical quenching of photoelectrical memory in InSe single crystals is investi-
gated. It is shown, that the electrical quenching is phenomena of high field.
The results were explained according to the barrier model.

АЗӘРБАЈҶАН ССР ЕЛМЛӘР АКАДЕМИЈАСЫНЫҢ МӘРҮЗӘЛӘРИ

ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

ТОМ XXXIII чилд

№ 8

1977

УДК 541.15

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

М. А. НАДЖАФОВА, В. А. ШАРПАТЫЙ

О ПРЕВРАЩЕНИЯХ РАДИКАЛОВ В ОБЛУЧЕННОМ ГЛЮКОЗАМИНЕ и N-АЦЕТИЛГЛЮКОЗАМИНЕ

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

В продолжение исследований свойств радикалов, образующихся при γ -облучении глюкозамина [1], методом ЭПР изучались превраще-
ния радикалов в облученных поликристаллических препаратах соля-
нокислого глюкозамина (ГА. HCl) и N-ацетилглюкозамина (ГА-N-Ac).
В этих соединениях углеводный фрагмент присутствует в циклической
форме. В циклической же форме моноаминосахара или их N-ацетил-
замещенные присутствуют в гликопротеинах в качестве мостиковых
структурных единиц, связывающих полипептидные цепочки с поли-
или олигосахаридами [2]. Предполагается поэтому, что установление
природы радикалов и изучение их свойств в указанных соединениях
позволит оценить роль поражения этих звеньев при облучении глико-
протеинового комплекса.

Вакуумированные образцы облучались при 77°K. Методика облу-
чения образцов и регистрация спектров ЭПР не отличалась от опи-
санной ранее [1]. На рис. 1 и 2 представлены спектры ЭПР-облучен-
ных ГА.HCl и ГА-N-Ac, записанные непосредственно при 77°K и пос-
ле разогревания образцов до определенной температуры (см. подписи
к рисункам). Проведенный анализ спектров позволил идентифициро-
вать в облученных соединениях часть из образующихся радикалов.
Характеристики линий ЭПР и радикалов приведены в таблице.

Как видно из представленных на рис. 1 и 2 данных, форма спек-
тров ЭПР по мере термоотжига образцов изменяется. Характерной
особенностью изменения спектра облученного ГА HCl, разогревавшего-
го в интервале температур 77°—337°K, является возникновение пя-
тикомпонентной линии с соотношением интенсивности эквидистантных
компонент, близким биномиальному (1:4:6:4:1), если ввести поправку
на неразрешенность сверхтонкой структуры (СТС) спектра. Об-
наружено, что одновременно с появлением квинтета в спектре и воз-
растанием интенсивности его компонент по мере разогревания образца
наблюдается уменьшение интенсивности компонент первоначально ре-
гистрируемой дублетной линии. На рис. 3А представлены кривые за-
висимостей изменения компонент спектра „а“ (дублета) и „б“ (квин-

тета) от температуры образца (обозначения „а“ и „б“ см. на спектрах рис. 1). Из этих данных можно было сделать вывод о том, что в облученном ГА.НСІ происходит превращение радикалов: $R_2 \rightarrow$

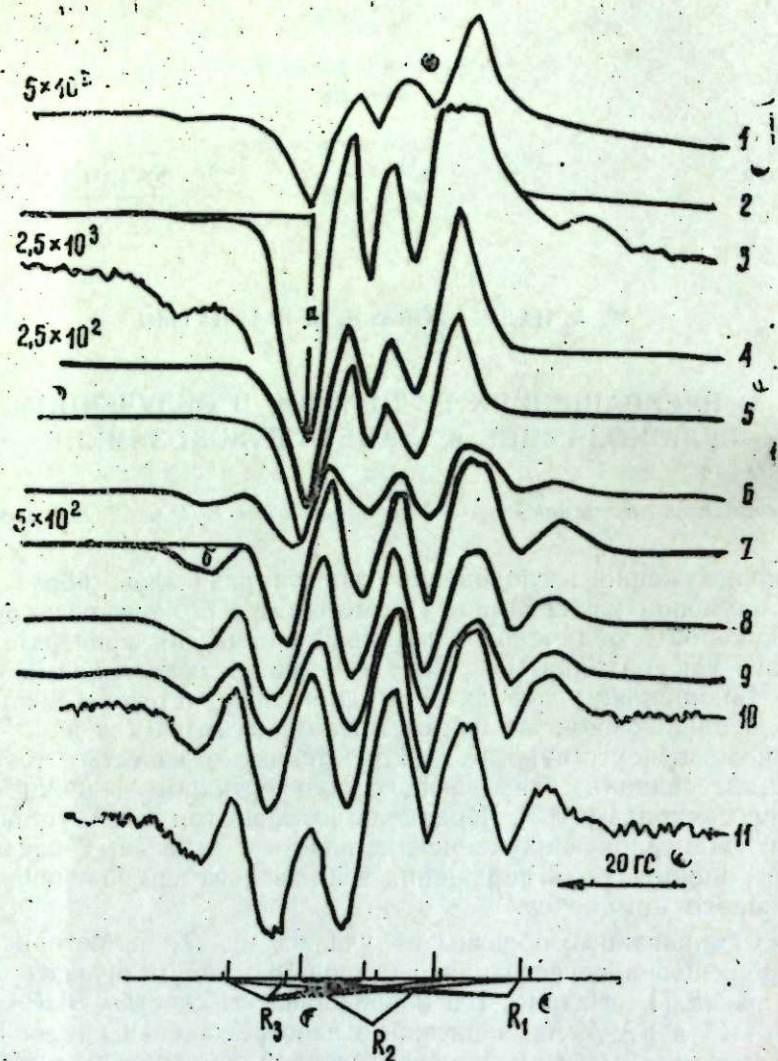


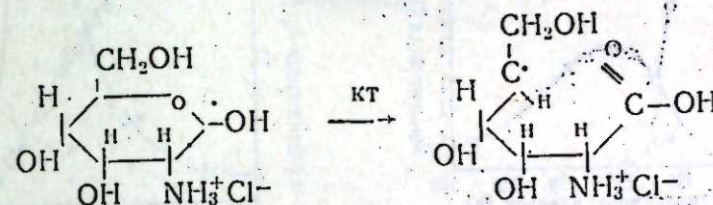
Рис. 1. Спектры ЭПР облученного при 77°К поликристаллического вакуумированного препарата солянокислого глюкозамина, записанные при 77°К (1) и при более высоких температурах: 2—при 77°К; 4—при 168°К; 5—при 201°К; 6—при 215°; 7—при 218°; 8—при 243°К; 9—при 274°К; 10—при 292°К; 11—при 337°К; слева указано усиление сигнала, доза—1 Мрад.

(см. таблицу). Учитывая характеристики спектров ЭПР и структуру молекулы ГА.НСІ, приписываем радикалу с квинтетной СТО структурой, в которой свободная валентность локализована на C_5 , а радикал этот образуется в результате изомеризации первичного радикала с дублетной СТС, радикала, в котором свободная валентность локализована на C_1 . Характеристики спектра ЭПР этого радикала (таблица) аналогичны характеристикам радикала $\dot{C}_1$, обнаруженного в случае радиолитического разложения водных замороженных растворов глюкозы [3]. Обсужда-

Характеристика спектров ЭПР и радикалов, идентифицированных в облученных при 77°К препаратах солянокислого глюкозамина (ГА.НСІ) и N-ацетил-замещенного глюкозамина (ГА-N-Ас)

Радикал	С. Т. С.	ΔH_{max} общ.	ΔH , Гс расщепл.	g-фактор	Предлагается структура	Температурная обл. регистр. °К.	
ГА.НСІ	R_1	1	6	—	2,002	Возможн. ГА—	77 — 215
	R_2	1:1	39	26	2,003	$\dot{C}_1$	77 — 290
	R_3	1:4:6:4:1	90	20	2,003	$-\dot{C}_{(4)}\text{HOH } \dot{C}_{(5)}\text{HC}_{(6)}\text{HO}_2\text{H}$	215—337
ГА—N—Ac	R_4	1:1	42	—	2,003	?— $\dot{C}(\text{OH})$, кроме $\dot{C}_1$	77—150
	R_5	1:1	15,5	12,5	2,007	$-\text{C}(=\text{O})-\dot{\text{C}}\text{H}$	95—180
	R_6	1:2:1	67	—	2,003	$2\text{H}\beta$ или $1\text{H}\alpha$ и $1\text{H}\beta$	17—130
	R_7	мало	45	—	2,003	?	77—180
	R_7	1:1	30	20	2,003	$\text{H}\dot{\text{N}}$	77—180

мый процесс превращения радикала можно представить следующим образом



подобно тому, как это наблюдалось в случае термоотжига облученных водных замороженных растворов полиглюкина [4]. Подчеркнем, что в отличие от ГА.НСІ в случае водных замороженных растворов глюкозамина, взятого в виде основания, такой процесс превращения радикалов не регистрируется [1].

При термоотжиге облученного ГА-N-Ас также наблюдается изменение формы спектра ЭПР по мере разогревания образца. Однако процессы превращения радикалов, как можно заключить из представленных на рис. 2 спектров ЭПР, несколько отличаются от регистрируемых в случае термоотжига ГА.НСІ. Анализ спектров показал, что в этом случае основным процессом

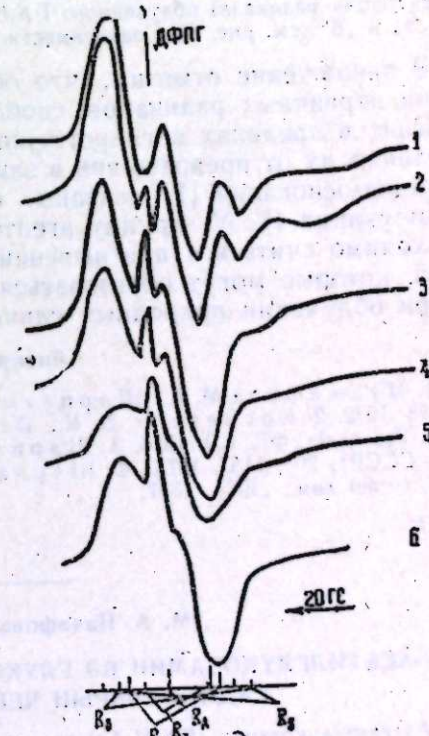


Рис. 2. Спектры ЭПР облученного при 77°К поликристаллического, вакуумированного препарата N-ацетилглюкозамина, записанные при 77°К после облучения (1) и после термоотжига образца при комнатной температуре в течение разного периода времени: 2—7 сек; 3—10 сек; 4—13 сек; 5—14 сек; 6—16 сек.

является процесс образования радикалов аллильного типа (см. таблицу). Характеристики радикала R_A аналогичны зарегистрированным в случае радиолитического водных замороженных растворов глюкозы [3] и полисахаридов [4]. Радикалы аллильного типа в углеводах образуются в результате дегидратации первичных радикалов, образующихся в результате разрыва связей C—H. Как следует из анализа спектров ЭПР, таким первичным радикалом R_1 в случае ГА—N—Ac является радикал, обладающий линией в H_{max} —42 Гс. Вывод о протекании процесса $R_1 \rightarrow R_A$ иллюстрируется графиками зависимости изменения интенсивности компонент линий R_1 („а“) и R_A („б“) в спектре ЭПР ГА—N—Ac (рис. 2) от температуры облученного образца (рис. 3, Б).

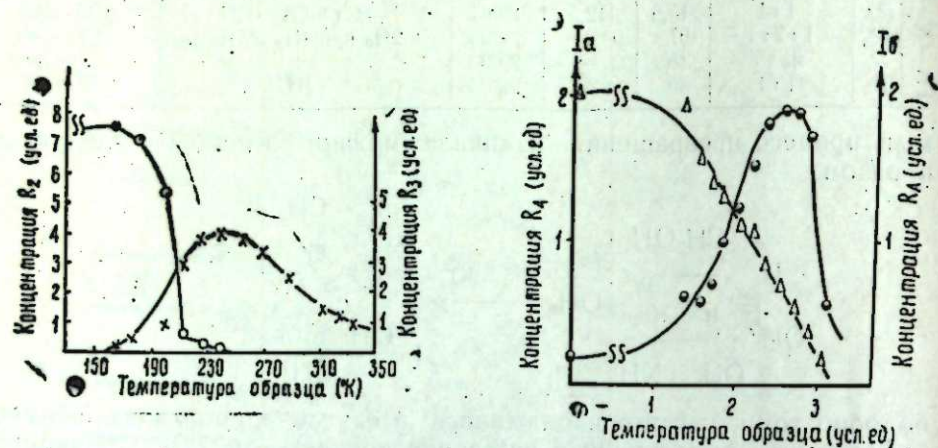


Рис. 3. Изменение интенсивности компонент спектров ЭПР (пропорциональна концентрации радикала) облученного ГА.HCl (А)—„а“ и „б“ (см. рис. 1) и ГА—N—Ac (Б)—„а“ и „б“ (см. рис. 2) в зависимости от температуры образцов.

В заключение отметим, что обнаруженные особенности превращения первичных радикалов, свободная валентность у которых локализована в пределах ангидроглюкозного цикла ГА.HCl и ГА—N—Ac, и отличие их от превращений в замороженных водных растворах глюкозамина-основания [1] связаны, очевидно, с различиями в природе блокирующих H_2 N—группу агентов (HCl и $COCH_3$). С этим фактом необходимо считаться при выяснении механизмов превращения радикалов, которые могут образоваться в мостиковых звеньях глюкозамина при облучении природных гликопротеиновых комплексов.

Литература

1. Наджафова М. А., Шарпаты В. А., Эмануэль Н. М. „ДАН СССР“, 202, 128, 1972.
2. Kochetkov N. K., Derevitskaya V. A., Arbaty N. P. Eur. J. Biochem., 67, 129, 1976.
3. Шарпаты В. А., Султанходжева М. Н. „ДАН СССР“, 208, 1157, 1973.
4. Шарпаты В. А., Гольдин С. И. „Изв. АН СССР, серия хим.“, 1971, 1367.

ИНХП

Поступило 21.III 1977

М. А. Наджафова, В. А. Шарпаты

N-АСЕТИЛГЛЮКОЗАМИН ВЭ ГЛЮКОЗАМИНДЭ ШҮАЛАНДЫРЫЛМЫШ РАДИКАЛЛАРЫН ЧЕВРИЛМЭСИНЭ ДАИР

N-ацетилглюкозамин (ГА—N—Ac) вэ глюкозаминин туршу дузунун (ГА—HCl) шүаландырылмыш поликристал нүмүнэлэриндэ радикалларын чеврилмэси электрон пара-

магнит резонансы (ЭПР) үсүлү илэ тэдгирг едилир. Сәрбәст валентлиги ГА—HCl- вэ ГА—N—Ac ангидроглюкоза дөврүндэ јерләнән илк радикалларын мүшәһидә олунмуш чеврилмәси хусуси јәтләри вә онларын әсәс—глюкозаминин дондурулмуш су мәһлулларындакы чеврилмәләриндән фәргли јәгин ки, блоклайчы H_2 N—группу аяентләринин (HCl вә $COCH_3$) тәбиәтиндәки фәргләрлә әләғәдардыр. Гликопротеин комплексләрини шүаландыран заман глюкозаминин көрпү һәлгәләриндә јарана билән радикалларын чеврилмәсини изаһ едәркән бу фактла һесаблашмағ лазымдыр.

М. А. Наджафова, В. А. Шарпаты

ON TRANSFORMATIONS OF RADICALS IN IRRADIATED GLUCOSAMINE AND N-ACETYL GLUCOSAMINE

Transformations of radicals in glucosamine (H·Cl) and N-acetyl glucosamine (GA-N-Ac) were studied by EPR method. Detected feature of transformation of primary radicals and their difference from the transformations in chilled aqueous glucosamine-base is related to the differences in nature of agents (H·Cl and $COCH_3$) blocking H_2 N-group.

УДК 551.763.333. (479.24)

СТРАТИГРАФИЯ

Т. АБ. ГАСАНОВ, З. К. КУЛНОВ, Ш. А. БАБАЕВ

УСТАНОВЛЕНИЕ ВЕРХНЕСАНТОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В РАЙОНЕ с. КАРЫКАХА (ГОЧАССКИЙ СИНКЛИНОРИЙ)

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

Район с. Карыхаха расположен в 1,5 км к северо-западу от пос. Лачин, левее от магистральной дороги Лачин—Шальва; в тектоническом отношении входит в СВ крыло Гочасского синклинория. Здесь широко развиты вулканогенно-осадочные отложения нижнего сантона, которые по данным В. И. Славина [2], В. П. Ренгартена [1] и нашим наблюдениям в 1975 г. согласно перекрываются известковистыми гравелитами и песчанистыми известняками верхнего сантона. Последние, по мнению многих исследователей [1, 2, 4], отсутствуют в северо-западной части пос. Лачин и в районе с. Карыхаха. Однако нашими детальными геолого-съёмочными работами, проведенными в 1975 г. выяснено, что отложения верхнего сантона имеют широкое площадное развитие в районе с. Карыхаха (рис. 1).

Здесь верхний сантон литологически представлен известковистыми гравелитами, гравелитистыми и глинистыми известняками, песчаниками, туффитами и мелкообломочными туфоконгломератами андезитового состава серого, светло-зеленоватого и светло-голубоватого цветов с общей мощностью 70—110 м.

Верхнесантонский возраст устанавливается на основании *Praeorthis moureti* Douv., *Orbitoides tissoi* Schlumb., *O. tissoi* var. *douvillei* (Silvestri), *O. tissoi* var. *densa* Neumann. (определение Ш. А. Бабаева), собранные среди известковистых гравелитов и гравелитистых известняков в 0,4 км к СЗ и ЮВ от окраины с. Карыхаха и в 0,5 км к СЗ от пос. Лачин

Характерной особенностью отложений верхнего сантона является преобладание туффитов в нижней части, а гравелитов и гравелитистых известняков в верхней части разреза. Эти отложения в районе с. Ка-

рыхаха заполняют мульду, сжатую синклинальной складкой северо-западного простирания (300—320°) и прослеживаются, начиная в 0,6 км к СЗ от окраины с. Карыхаха через пос. Лачин до левого берега р. Яглыдара на юго-востоке и срезаются вдоль разлома. Северо-западная оконечность отложений верхнего сантона покрыта мощными четвертичными образованиями. Юго-западная граница отбивается четко, так как повсюду они согласно перекрывают темно-серые мелкообломочные туфоконгломераты нижнего сантона, а северо-восточная граница их тектоническая с ниже- и верхнемеловыми образованиями. Разлом имеет северо-западное (320°) простирание с падением на ЮЗ под углом 75—85°.

В районе с. Карыхаха возраст отложений верхнего сантона по региональным соображениям А. Г. Халиловым, Г. А. Алиевым и Р. Б. Аскеровым [3] принят как турон*. Отложения верхнего сантона, начиная от СВ окраины с. Карыхаха до пос. Лачин, приведены в тектонический контакт с известняками готерива, а от пос. Лачин до р. Яглыдара — с песчано-глинистыми сланцами альба и нижнего турона (рис. 2).

Для наглядности приводится послойный разрез верхнесантонских отложений, снятых в 0,5 км к северо-западу от окраины с. Карыхаха. Азимут падения пород СВ 30—40°, аз. направления разреза СВ 40°. Над среднеобломочными туфоконгломератами нижнего сантона согласно залегают:

1. Темно-серые слабоизвестковистые туффиты. Мощность — 10 м.
2. Чередование серых, слабоизвестковистых туффитов с туфогравелитами при преобладании последних. Среди туфогравелитов редко встречаются линзы гравелитистых известняков. Как в последних, так и в туфогравелитах собраны орбитониды: *Orbitoides tissoi* Schlumb., *O. tissoi* var. *douvillei* (Silvestri), *O. tissoi* var. *densa* Neumann. Фауносоодержащие туфогравелиты в ЮВ направлении становятся грубозернистыми, а на СЗ — тонкозернистыми. Мощность — 30 м.
3. Серые, сильно гравелитистые известняки, содержащие *Orbitoides tissoi* var. *douvillei* (Silvestri). Мощность — 2 м.
4. Чередование серых туфогравелитов с темно-серыми мелкообломочными туфоконгломератами при преобладании первых. Обломки туфоконгломератов представлены эпидотизированными авгитовыми и плагиоклазовыми порфиритами. Мощность — 22 м.
5. Чередование серых, сильно известковистых туффитов с гравелитистыми известняками. Среди последних собрана *Orbitoides tissoi* Schlumb., *O. tissoi* var. *densa* Neumann.

Под микроскопом структура известковистых туффитов литокластическая и псаммитовая. В породе пирокластический материал и цементирующая известковая масса по количеству почти равны. Пиро-

* Именно в этих местах в дальнейшем, если удастся обнаружить туронскую фауну, то она, по всей вероятности, будет переотложенной.

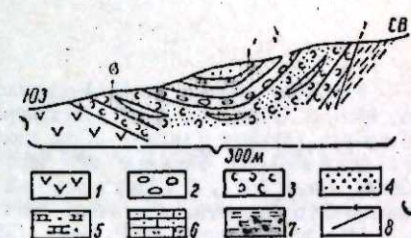


Рис. 2. Схематический профиль взаимоотношения верхнесантонских отложений с нижнесантонскими и альбскими образованиями СЗ с. Карыхаха: 1 — порфириты и их пирокластиты нижнего сантона; верхний сантон; 2 — мелкообломочные туфоконгломераты; 3 — туффиты; 4 — туфогравелиты; 5 — известковистые гравелиты; 6 — песчаные и гравелитистые известняки; 7 — песчано-глинистые сланцы альба; 8 — взбросы.

класты представлены угловатыми, слабоокатанными обломками андезито-базальтов и гналобазальтов. Кластический материал цементирован разнозернистым карбонатом калия с органическими остатками. Среди последних присутствуют поперечные срезы орбитондов. Мощность — 11 м.

Общая мощность отложений в данном разрезе составляет 75 м, а увеличиваясь в ЮВ направлении, доходит до 110 м.

В заключение следует отметить, что установление отложений верхнего сантона, начиная с района с. Карыхаха через пос. Лачин до р. Яглыдара, значительно расширяет площадь распространения их на северо-восточном борту Гочасского синклинория Малого Кавказа, на что ранее не было обращено должного внимания.

Литература

1. Ренгартен В. П. Региональная стратиграфия СССР, т. 6, изд. АН СССР, М., 1959. 2. Славин В. И. Стратиграфия и тектоника центральной части Карабахского хребта (Малый Кавказ). «Сов. геол.», № 6, 1945. 3. Халилов А. Г., Алиев Г. А., Аскеров Р. Б. Нижний мел юго-восточного окончания Малого Кавказа. Изд-во «Элм», Баку, 1974. 4. Шихалибеги Э. Ш. Геологическое строение и история тектонического развития восточной части Малого Кавказа (в пределах Азербайджана), т. 2. Изд-во АН Азерб. ССР. Баку, 1964.

Управление СМ Азербайджанской ССР
по геологии

Поступило 22.II 1977

Т. Ә. Гасанов, З. Г. Гулиев, Ш. Ә. Бабаев

ГАРЫКАХА КЭНДИ ЭТРАФЫНДА УСТ САНТОН ЧӨКҮНТҮЛЭРИНИН ЈАЈЫЛМАСЫНА ДАИР (ГОЧАС СИНКЛИНОРИСИ)

Мүэллфләрин апардыглары тэдигатлар нәтижәсиндә Гарыхаха кәнди этрафында илк дәфә Уст Сантон јашлы чөкүнтүләрин јайылдығы мүәјјән олунмушдур. Умуми галынығы 70—110 м олан бу чөкүнтүләр туфитләр, туфогравелитләр, туфоконгломератләр, гравелитли әһәндәшләринин нөвбәләшмәси илә тәмсил едилмишдир.

Гарыхаха кәндиндән Јаглыдарә чајына гәдәр саһәдә Уст Сантонун мүәјјән едилмәси һәмни јашлы чөкүнтүләрин Гочас синклинорисинин шимал-шәрг ганадында јайылма саһәсини әһәмијјәтли дәрәдәдә кенишләндирир.

T. Ab. Gasanov, Z. K. Guliyev, Sh. A. Babayev

ASCERTAINMENT OF UPPER SANTON SEDIMENTS IN GARIKHA VILLAGE AREA (GOCHAS SYNCLINORIUM)

The authors for the first time have revealed spreading of Upper Santon sediments near Garikha village. These sediments having general thickness of 70—110 meters are presented by alternating of tuffites, tuff-gritstones, tuff-conglomerates, gravel limestones and etc.

The ascertainment of Upper Santon sediments starting at Garikha village through Zachin toron up to Jaglidare river extends considerably their distribution area on north-east edge of Gochas synclinorium of Minor Caucasus. This fact was not given proper attention.

УДК 582.35.91/С 4/

СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

А. М. АСКЕРОВ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПАПОРОТНИКООБРАЗНЫХ КАВКАЗА

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. Г. Абуталимовым)

Кавказ — один из интереснейших ботанико-географических регионов земного шара, где произрастает много древних, редких и эндемичных видов. К числу древнейших представителей Кавказской флоры относятся папоротникообразные (плауны, хвощи и папоротники).

Наиболее подробные сведения об этой группе растений Кавказа приведены А. В. Фоминным [18]. В его работе содержатся данные о 76 видах птеридофитов (папоротникообразных), относящихся к 26 родам и 8 семействам, причем все таксоны сопровождались обширной синонимикой, латинским описанием и сведениями о географическом распространении. Позднее эти данные были опубликованы в ви-

СЕМЕЙСТВО	Количество родов и видов (в скобках)				
	Азерб. ССР	Арм. ССР	Груз. ССР	Сев. Кавказ	Кавказ
1. Huperziaceae	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
2. Lycopodiaceae	—	—	3 (5)	2 (2)	3 (3)
3. Equisetaceae	1 (6)	1 (6)	1 (9)	1 (10)	1 (10)
4. Selaginellaceae	1 (1)	1 (1)	1 (2)	1 (2)	1 (2)
5. Ophioglossaceae	2 (4)	2 (2)	2 (3)	2 (2)	2 (4)
6. Osmundaceae	—	—	1 (1)	—	1 (1)
7. Sinopteridaceae	2 (3)	2 (2)	2 (2)	2 (3)	2 (3)
8. Adiantaceae	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
9. Pteridaceae	1 (2)	—	1 (1)	—	1 (2)
10. Cryptogrammaceae	1 (1)	—	1 (1)	1 (1)	1 (1)
11. Hemionitidaceae	1 (1)	—	1 (1)	—	1 (1)
12. Hypolepidiaceae	1 (2)	—	1 (2)	1 (2)	1 (2)
13. Hymenophyllaceae	—	—	1 (1)	—	1 (1)
14. Telypteridaceae	2 (2)	2 (2)	3 (3)	3 (3)	3 (3)
15. Asplenaceae	3 (7)	3 (8)	3 (10)	3 (8)	3 (11)
16. Athyriaceae	3 (6)	3 (4)	3 (10)	3 (10)	3 (10)
17. Onocleaceae	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
18. Aspidiaceae	3 (16)	3 (7)	3 (18)	3 (13)	3 (20)
19. Blechnaceae	—	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
20. Polypodiaceae	1 (2)	1 (2)	1 (3)	1 (2)	1 (3)
21. Marsileaceae	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
22. Salviniaceae	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)	1 (1)
	27 (59)	24 (40)	34 (78)	29 (61)	34 (85)

де монографии [15]. В отмеченной работе все внутривидовые таксоны указаны как форма (*forma*) и типы выделенных таксонов отсутствуют, что затрудняет выяснение их систематического положения. Кроме того, описанные многочисленные гибриды между внутривидовыми таксонами, по нашему мнению, не имеют систематического значения.

А. А. Гроссгейм [6] для Кавказа указывает 77 видов папоротникообразных, впоследствии же им [7] в состав папоротников Кавказа были включены еще 2 вида: *Hymenophyllum tunbridgense* и *Marsilea strigosa*, обнаруженные соответственно М. Г. Поповым [12] и А. Г. Рубцовой [9].

Надо отметить, что номенклатура папоротникообразных за последние годы подвергалась существенным изменениям, и поэтому в работах А. В. Фомина [15, 18] и А. А. Гроссгейма [6, 7] деление этих групп растений на семейства и роды не соответствует современным представлениям. Достаточно указать, что кавказские виды рода *Dryopteris* Adans. s. lat. в настоящее время относятся к 5 самостоятельным родам, объединяемым в 2 семейства. Кроме того, в последние годы собрано много ценных гербарных материалов (особенно сборы А. Г. Долуханова, И. А. Микеладзе, Л. М. Патарая, Э. Габриэляна, Д. Очиаури и др.), позволяющих уточнить распространение ряда видов папоротников на Кавказе.

В результате просмотра обширных материалов, хранящихся в гербариях БИН АН СССР (LE) и ботанических учреждениях Закавказья (BAK, TBI, TGM, ERE) а также "Флор" и "Определителей" и некоторых зарубежных публикаций мы установили, что на Кавказе произрастает 86 видов папоротникообразных, относящихся к 34 родам и 22 семействам (за исключением гибридогенных).

Нами рассматриваются те семейства папоротникообразных, по которым автором выявлены новые данные как по личным сборам, так и литературным источникам.

EQUISETACEAE—ХВОЩЕВЫЕ

Эта группа на Кавказе имеет 10 видов [7]. Нами уточнено распространение азербайджанских видов. Среди гербарных материалов, собранных автором в 1974 г. в Нахичеванской АССР, оказались новые для флоры Азербайджана 2 вида—*E. pratense* и *E. fluviatile*. Единственный экземпляр *E. huemale*, собранный в Дивичинском районе (сел. Селимоба) Ф. Алексеенко в 1900 г. и хранящийся в гербарии БИН АН СССР, на основе которого этот вид приведен для флоры Азербайджана, является переходной формой. Таким образом, вопрос о распространении этого вида в Азербайджане требует дополнительного исследования. Выяснилось, что *E. arvense* для флоры Нахичеванской АССР пропущен во "Флоре Азербайджана" [9].

ORHIOGLOSSACEAE—УЖОВНИКОВЫЕ

Это семейство на Кавказе представлено 2 родами (*Ophloglossum*, *Botrychium*) и 4 видами. Первый род включает *O. vulgatum* и *O. lusitanicum*. Вид *O. vulgatum* для флоры Армении установлен недавно: Апаранский флористический район, в дубовом редколесье, 1800 м над ур. моря [13]. Из рода *Botrychium* до последнего времени был известен только *B. lunaria*. Недавно, во время просмотра неопределенных коллекций, хранящихся в гербарии института ботаники АН Азерб. ССР, нами обнаружены два экземпляра *B. virginianum*, собранные Л. И. Прилипко (1954) в окрестностях сел. Али-Байрамлы (урочище Кемер-би-

на) Закатальского района Азерб. ССР, что является первой находкой для Кавказа.

SINOPTERIDACEAE—СИНОПТЕРИСОВЫЕ

Кавказские представители этого семейства относятся к 2 родам и 3 видам [7]. Для Закавказья, особенно для его засушливых регионов был указан вид *Cheilanthes persica*. Нами установлено, что экземпляры этого вида, собранные на Апшероне Д. А. Алиевым и определенные И. И. Карягиным (Гербарий института ботаники) принадлежат *Ch. pteridioides*, и таким образом ареал этого папоротника (Дагестан, Прикаспийская часть Кавказа) расширяется в юго-восточном направлении и заходит на Апшерон [1].

PTERIDACEAE—ПТЕРИСОВЫЕ

Семейство на Кавказе представлено 1 родом (*Pteris*). Вид *P. cretica* встречается в Западном Закавказье (Абхазия, Кутаиси, Аджария) и в Азербайджане (Талыш). Впервые на территории Баку в 1970 г. в заносном виде нами найдены экземпляры *P. vittata*, произрастающие на мокрых окнах одноэтажных старых домов, совместно с мелкоцветником (*Erigeron crispus*), что является новым для флоры СССР [1]. Интересно отметить, что ближайшими естественными местобитаниями этого вида в Европе являются Греция и о. Крит.

HEMIONITIDIACEAE—ГЕМИОНИТИДОВЫЕ

Гемиионитидовые Кавказа включают один род (*Anogramma*), с единственным редким видом *A. leptophylla* [7]. А. А. Гроссгейм [7] этот вид приводит для Западного Закавказья (Поти, Супса, Батуми) и Апшерона (ст-Пута). Впоследствии же он найден на Апшероне (западная вершина г. Кергез и в Талыше) вблизи совхоза "Аврора" Астаринского района; в окрестностях сел. Пенсар Астаринского района; на лесном участке Насуаку в Ленкоранском районе [1, 3].

HYPOLEPIDACEAE—ГИПОЛЕПИСОВЫЕ

Семейство на Кавказе содержит один род—*Pteridium*, синонимика видов которого и данные об их распространении крайне запутаны. А. В. Фомин [15] из этого рода отмечает один вид—*P. aquilinum*. Такого же мнения он [16] придерживается во "Флоре СССР". По нашему мнению, данный род на Кавказе представлен двумя хорошо обособленными видами: *P. aquilinum*, *P. tauricum*. Первый вид на Кавказе встречается редко, преимущественно по северному склону Большого Кавказа, в лесах верхнего горного пояса. Второй вид распространен значительно шире.

ASPIDIACEAE—АСПИДИЕВЫЕ

В этом семействе одним из наиболее полиморфных родов является *Dryopteris* Adans. s. lat., изучению систематики которого посвящено ряд работ [2, 10, 19, 20, 21]. Кавказские виды этого рода в настоящее время относятся к родам *Dryopteris* s. str., *Gymnocarpium*, *Thelypteris*, *Oreopteris* и *Phegopteris*. Следуя Ф. Джэнкинсу и др. [21] мы группируем представителей первого рода в 3 комплекса.

1. *Dryopteris carthusiana-dilatata* complex: 1. *D. carthusiana*, 2. *D. dilatata*, 3. *D. alexeenkoana*, 4. *D. illiana*, 5. *D. aemula*, 6. *D. assimilis*. В результате обработки собранных нами материалов из Талыша в 1970 г. первый вид выявлен как новый для Талыша, а второй—Азербайджана [3]. На основании изучения материалов

гербария Ботанического института АН Груз. ССР, нами установлено, что выявленный Ф. Джэнкинсом [20] в северо-восточной части Турции *D. aemula*, представлен и во флоре Западной Грузии. К числу папоротников Кавказа следует отнести также *D. assimilis* (Восточная Грузия, Юго-Осетинская АО). Следует отметить что описанный из Грузии И. А. Микеладзе [10] *Dryopteris kemilaria* оказался ранее известным *D. xremota*, являющимся гибридом между *D. dilatata* и *D. filix-mas*.

II. *Dryopteris filix-mas* complex: 1. *D. filix-mas*, 2. *D. pseudo-mas*, 3. *D. abbreviata*, 4. *D. caucasica*. Последний вид, выделенный из щитовника мужского Ф. Джэнкинсом и Х. Корли [19], спорадически встречается и на Кавказе. Этими же авторами описаны 3 новых гибрида (*D. xeuixiensis*, *D. xinitialis*, *D. xmantonia*), которые представлены и во флоре Кавказа. Кроме того, из этой группы нами обнаружен *D. abbreviata*, как новый для флоры Армении.

III. *Dryopteris villarii* complex: 1. *D. villarii*, 2. *D. raddeana*. Последний вид — эндем Азербайджана (Талыш).

Род *Gimnocarpium* на Кавказе представлен 2 видами *D. robertianum* и *D. dryopteris*. В гербарии Института ботаники АН Азерб. ССР хранятся экземпляры папоротников, собранные М. Р. Эфендиевым из Закатальского района (Азерб. ССР) и определенные им же, как *Systopteris montana* [17]. По определению А. Е. Боброва, эти экземпляры принадлежат к *Gimnocarpium dryopteris*, что является первой находкой для флоры Азербайджана. Следует отметить, что предполагаемое нахождение гибридного вида *G. heterosporum* на Кавказе [5] нами не отмечено.

Другим полиморфным родом Аспидиевых является род *Polystichum*. Нашими исследованиями [2, 3, 11] установлено, что на Кавказе этот род насчитывает 12 видов, вместо 5, указанных А. А. Гроссгеймом [6, 7], причем 3 вида описаны как новые для науки: *P. kadyrovii*, *P. xfontinalis*, *P. safarovii*. Известный в Азербайджане только во флоре Талыша *P. braunii*, обнаружен также и в ряде регионов Большого (Кубинский, Закатальский районы) и Малого (по реке Кошкарчай, в окрестностях оз. Гек-гель) Кавказа. Следует отметить, что признаваемый эндемом Кавказа *P. wogonowii* встречается и во флоре Турции [22]. Материалами, хранящимися в Гос. Музее Грузии, подтвердились данные о распространении этого вида в Иране [15].

ASPLENIACEAE—АСПЛЕНИЕВЫЕ

Особый интерес представляет род *Asplenium*, который на Кавказе имеет 10 видов¹ из них 4 являются эндемиками Кавказа: *A. hermannii-christii*, *A. wogonowii*, *A. pseudolanceolatum*, *A. dagestanicum*. Среди асплениумов много редких и исчезающих видов. Первый вид известен только из Абхазии (сел. Калдахвара). Единственный экземпляр *A. dagestanicum*, собранный из сел. Кураг в Дагестане, обнаружен нами в гербарии Тбилисского Государственного университета. Кроме того, нами установлено, что редкий экземпляр *A. xmirbeckii*, собранный в Дагестане (Гуниб), хранится в Гос. Музее Грузии. Условно приводимый А. В. Фоминым [15] *A. germanicum* пока что на Кавказе не найден. Вопрос установления самостоятельности эндемичных асплениумов и их географии требует дополнительного исследования.

¹ П. Броунс недавно привел для Кавказа (Грузия, окр. оз. Рица) *A. haussknechtii*.

POLYPODIACEAE—МНОГОНОЖКОВЫЕ

В настоящее время род *Polypodium* на Кавказе содержит 3 вида: *P. vulgare*, *P. interjectum* и *P. australe*. Как показали наши исследования [1, 2, 8], кавказские виды хорошо отличаются наличием или отсутствием парафиз и числом клеток аннулюса. Первый вид на Кавказе представлен двумя подвидами — *P. vulgare* ssp. *vulgare*, *P. vulgare* ssp. *issaevii*. Ареал первого подвида охватывает почти весь Кавказ, второй подвид, кроме Талыша (откуда он и был описан), встречается и в Западном Закавказье (Батуми). *P. interjectum* установлен как новый для Кавказа из флоры Талыша [3]. Он встречается на Кавказе в пределах ареала *P. vulgare*. В природе все эти виды легко гибридизируются между собой и образуют многочисленные переходные формы.

С целью выявления количественного соотношения макротаксонов папоротникообразных и их распространения на Кавказе, приводится таблица, которая содержит перечень семейств с указанием как общего количества родов и видов по Кавказу, так и по Азербайджану, Армении, Грузии и Северному Кавказу (Краснодарский край, Ставропольский край, Карачаево Черкесская АО, Кабардино-Балкарская АССР, Северно-Осетинская АССР, Чечено-Ингушская АССР и Дагестанская АССР).

Как видно из таблицы, на Кавказе распространено 86 видов папоротникообразных, группирующихся в 34 рода и 22 семейства (не считая гибридов). Для сравнения отметим, что в «Определителе растений Кавказа» [7] указаны 79 (27 родов и 9 семейств), а во флоре СССР [4] — 200—210 видов (51 род, 27 семейств). Наиболее богатыми папоротникообразными оказались Грузия (78 видов) и Северный Кавказ (64), далее идут Азербайджан (59) и Армения (40).

Литература

1. Аскеров А. М. Новые данные о распространении папоротников в Азербайджане. ДАН Азерб. ССР, 3, 1972.
2. Аскеров А. М., Бобров А. Е. К систематике некоторых родов папоротников из Талыша. Бот. ж., 10, 1972.
3. Аскеров А. М., Бобров А. Е. Папоротники Талыша. Бот. ж., 11, 1972.
4. Бобров А. Е. Семейства папоротникообразных флоры СССР. Бот. ж., 1, 1972.
5. Бобров А. Е. Папоротникообразные. Флора Европейской части СССР, 1, 1974.
6. Гроссгейм А. А. Папоротникообразные. Флора Кавказа, 1, 1939.
7. Гроссгейм А. А. Папоротникообразные. Определитель растений Кавказа, 1949.
8. Кадиров Г. М., Аскеров А. М. Эпифитные папоротники Талыша. Уч. зап. АГУ им. Кирова, серия биол. наук, 1, 1972.
9. Карягин И. И., Исаев Я. М., Рзазаде Р. Я. Папоротникообразные. Флора Азербайджана, 1, 1970.
10. Микеладзе И. А. Папоротникообразные. Флора Грузии, 1971.
11. Новрузова З. А., Аскеров А. М. Особенности анатомической структуры новых таксонов папоротников из Азербайджана. Изв. АН Азерб. ССР, серия биол. наук, 1, 1973.
12. Попов М. Г. Поразительная находка тропического папоротника в горах Аджарии. Сов. бот., 8, 1939.
13. Попова Т. Н. Флористические находки в Армении. Биол. ж. Арм., 23, 6, 1970.
14. Тахтаджян А. Л. Папоротникообразные. Флора Армении, 1, 1954.
15. Фоминов А. В. *Pteridiorhyta* флоры Кавказа, 1912.
16. Фоминов А. В. Папоротники. Флора СССР, 1, 1934.
17. Эфендиев М. Р. Новые данные о распространении некоторых растений в Азербайджане. ДАН Азерб. ССР, 3, 1966.
18. Fomin A. V. *Flora Caucasica Critica* 1, 1911.
19. Fraser-Jenkins C. R., Corley H. V. *Dryopteris caucasica*—an ancestral diploid in the male fern aggregate. Brit. Fern. Gaz. 10, 5, 1972.
20. Fraser-Jenkins C. R. The distribution of *Dryopteris aemula* and its discovery in the Canaries and Turkey. Fern. Gaz. 11, 1, 1974.
21. Fraser-Jenkins C. R., T. Reichstein, G. Vida. *Dryopteris tyrrhena* nom. nov. A misunderstood western mediterranean species. Fern. Gaz. 11, 2—3, 1975.
22. Henderson D. M. Filicales. *Flora of Turkey* 1, 1965.

Институт ботаники

Поступило 7. II 1977

А. М. Эскеров

ГАФГАЗЫН ГЫЖЫКИМИЛЭРИНЭ ДАИР ЈЕНИ МӘЛУМАТЛАР

Сон тэдгигатларда мүсир Гафгаз флорасында 22 фәсилә вә 34 чинсә мәнсуб 86 гыжыкими нөвләри мүүҗән едилмишдир (гибридоген нөвләр мүстәсна олмагла). Булардан II-и Азәрбајҗан, 4-ү Күрчүстан вә Ермәнистан флорасы үчүн јени нөвләрдир. Оларын арасында 3-ү ССРи, 2-си исә Гафгаз үчүн јенидир.

Мәгаләдә бир сыра надир систематик мөвгеји шүбһәли вә еләчә дә Гафгазда јајылмасы тәсдиғ едилмәјән нөвләр һағгында мәлүмат вериләр.

А. М. Askerov

A NEW DATA ON FERNS OF THE CAUCASUS

There are 86 species related to 34 genera and 22 families (except hybrids) in the modern flora of the Caucasus. 11 species for Azerbaijan, 4 once for Georgia and 4 species for Armenia are established at first. Species *Pteris vittata* L., *Dryopteris aemula* (Ait.) O. Kuntze, *D. caucasica* (A. Br.) Fraser—Jenkins et Corley for the USSR *Botrychium virginianum* (L.) Sw., *Polypodium interjectum* Shivas for Caucasus are new.

УДК 595. 42

АКАРОЛОГИЯ

К. А. КУЛИЕВ

ТИПОВОЙ ВИД GENDZELLA CRIBRARIA

(Представлено академиком АН Азербайджанской ССР М. К. Ганиевым)

Cendzella Kulijev gen. nov.

Типовой вид *Gendzella cribraria* Kulijev, 1977

Семейство Oribatelidae Jacot, 1925.

Диагноз рода. Клещи мелкого размера, окраска темно-золотистая. Ламеллы мощные, 1/4 часть их в первой половине слилась. Поверхность ламелл шероховатая. Ламеллы снабжены двумя зубцами, из коих наружные охватывают 1/3 часть их длины, а внутренние—клювовидные, едва возвышаются. Длина интерламеллярных щетинок и ламелл равна. Поверхность нотогастера имеет полигональную структуру. Количество таких щетинок нотогастера около 1000. Кроме того нотогастер пронизан мельчайшими порами. Количество таких пор в каждой клетке не превышает 20. Таким образом нотогастер пронизан около 20 тыс. мельчайших пор. Кроме указанных на нотогастере имеются 4 пары больших пор. Нотогастерияльных щетинок 11 пар.

По систематическому положению род занимает промежуточное положение между родами *Joelia* и *Oribatella*. Род *Gendzella* отличается от указанных двух родов отсутствием поровых полей, наличием мельчайших пор, покрытием тела полигональной структурой и другими признаками.

GENDZELLA CRIBRARIA KULIEV, 1977

Диагноз рода. Окраска темно-коричневая. Размеры: 342К 224 μ. Ламеллярные щетинки (129 μ) шероховатые, т. к. густо покрыты шипиками. Трихоботрии шероховатые и довольно длинные (105 μ). Ростральные щетинки длиной 302 μ, покрыты волосками. Пores нотогастера весьма мелкие и обнаруживаются с большим трудом.

Нам не удалось обнаружить генитальные, агенитальные, аданальные и некоторые щетинки брюшной стороны тела из-за их мелких размеров и клетчатого строения тела.

Коготки ног не однородные: средние коготки толстые и имеют сильное развитие, латеральные тоньше.

В нашем распоряжении имеются два экземпляра клещей, обнаруженных во мху из-под граба в окрестностях местности Чирагедзор (Малый Кавказ) (рис. 1, 2, 3, 4).

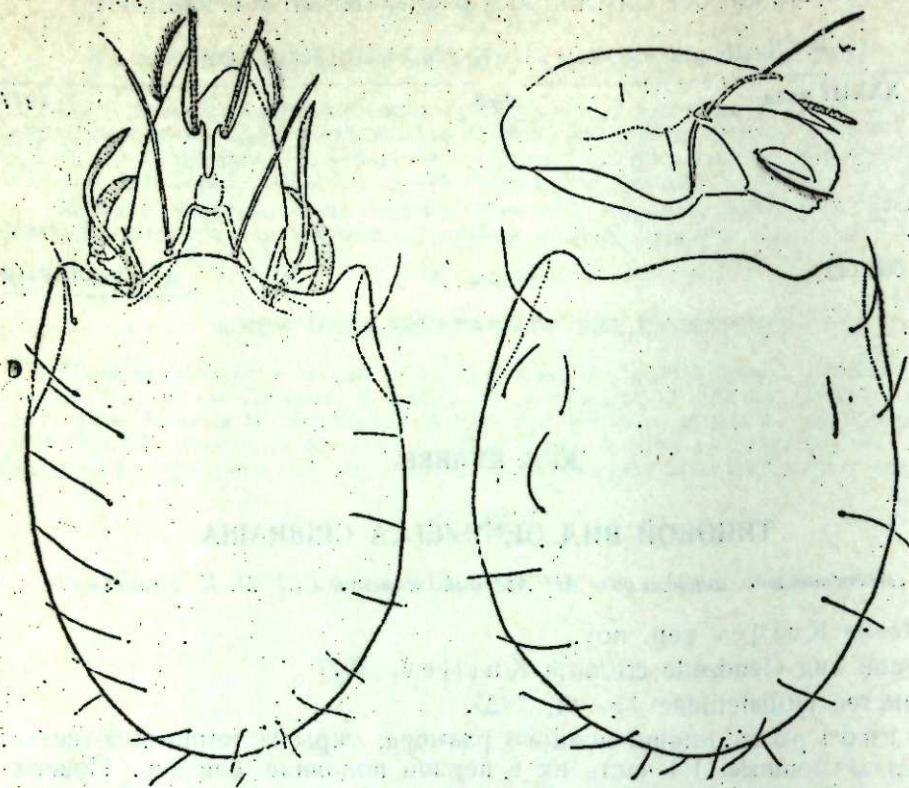


Рис. 1.

Рис. 2.

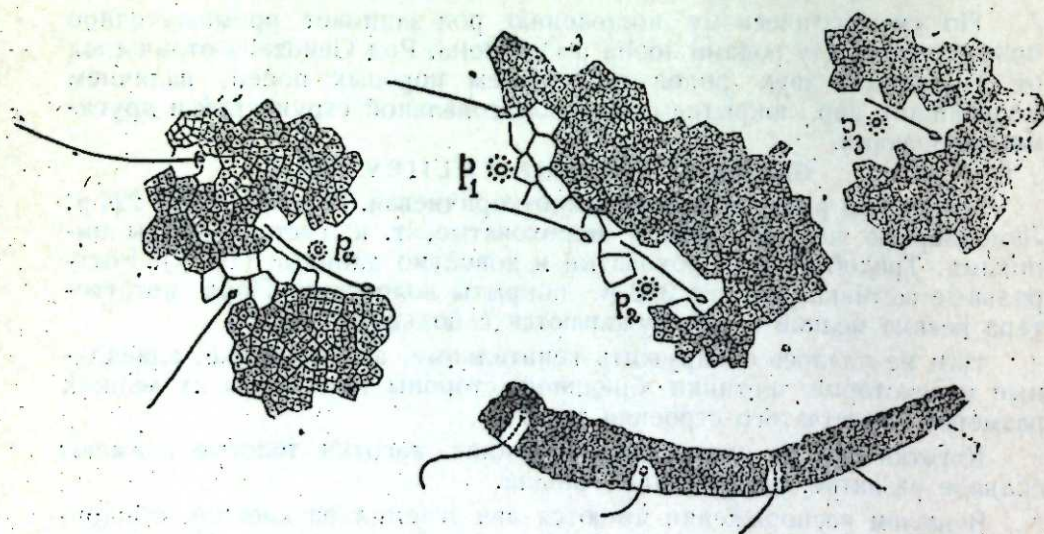


Рис. 3.

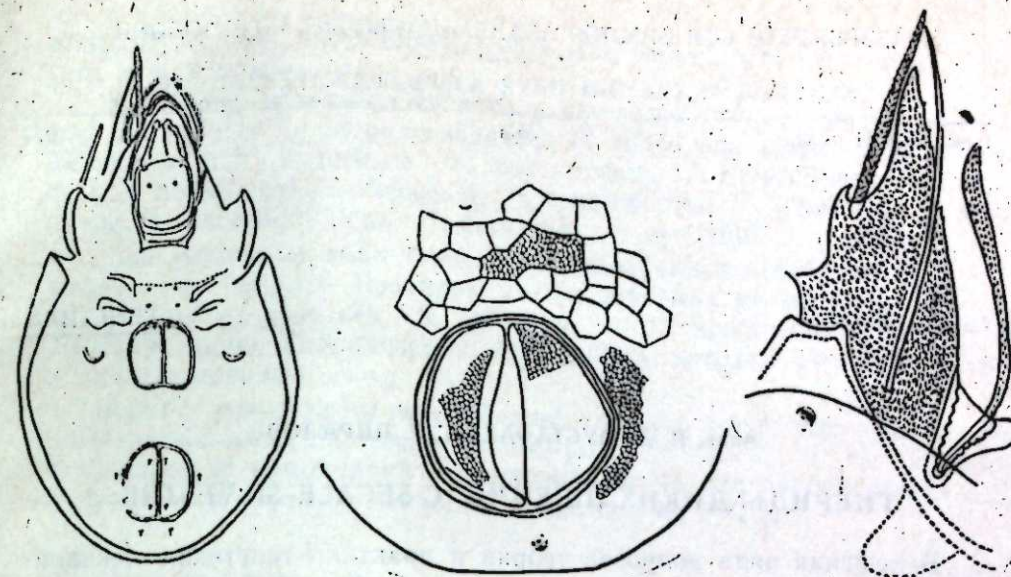


Рис. 4.

Литература

Balogh J. The oribatida genera of the World, 1—143, 1971,

АПИ им. Ленина

Поступило 11. II 1977

Г. Э. Гулиjev

GENDZELLA KULIJEV GEN. NOV.

Магаләдә елмә мә'лум олмајан јени зиреһли кәнә чинсинин тәсвири, шәкилләри, еколокијасы вә һәмин чинсин јенилијини исбат едән фактлар верилмишдир.

K. A. Kuliyev

GENDZELLA CRIBRARIA KULIJEV, 1977

This paper deals with the description, pictures, ecology of the new species and genus of Oribatidous ticks—Gendzella cribraria Kulijev, 1977.

УДК 575.12:633.1

ГЕНЕТИКА

Акад. И. Д. МУСТАФАЕВ, Г. Р. ПИРАЛОВ

ГИБРИДЫ ДИКИХ ПШЕНИЦ С *SECALE SILVESTRE*

В решении ряда вопросов теории и практики генетико-селекционной науки широко распространен метод межродовой гибридизации. Его использование основывается на понимании роли спонтанных скрещиваний в эволюции растений. В работах Н. И. Вавилова [1], П. М. Жуковского [2], Х. Кихара [3] и других отмечалось, что скрещивания растений, происходящие в естественных условиях, способствуют генетическому обогащению их популяций и вызывают бурный формообразовательный процесс.

Поэтому метод отдаленной гибридизации растений, являясь мощным источником наследственной изменчивости, открывает большие возможности для синтеза новых форм растений. Ярким свидетельством последнего является *Triticale*, первая синтетическая зерновая культура, полученная на основе гибридизации пшеницы с рожью и, которая уже сейчас в ряде стран возделывается на зерно и корм.

Однако как следует из обширной литературы, *Triticale* не лишено недостатков, главными из которых являются пониженная фертильность и череззерница, генетическое расщепление и появление малопродуктивных форм, а также некоторые другие, вызванные сильными нарушениями мейоза и частичной анеуплоидией — отсутствием генетической целостности гибридного ядра.

В связи с этим представляется весьма целесообразным вовлечение в отдаленную гибридизацию нового исходного материала пшеницы и ржи.

Среди представляющих большой селекционный интерес образцов коллекции ржи, собранной многочисленными экспедиционными обследованиями на территории Азербайджана, представляет большой интерес вид дикой самофертильной ржи *S. silvestre* [4]. Ареал этого вида захватывает и Апшеронский полуостров.

Во взаимоотношениях с пшеницей этот вид изучен очень слабо. По данным А. Friedrich [5], в результате эволюционного развития у *S. silvestre* сложился очень высокий барьер генетической изоляции, который оказывает сильное влияние даже на межвидовые скрещивания. Интерес к этому виду ржи обуславливается также и тем обстоятельством, что он является единственным самоопыляющимся видом рода *Secale*, обладает исключительной засухоустойчивостью, низкостебельностью и коротким вегетационным периодом.

Исходя из всего указанного, мы поставили перед собой цель — изучить взаимоотношения этого вида ржи с пшеницами и предприняли

попытку получения межродовых гибридов различных видов рода *Triticum* и *S. silvestre*.

В качестве исходного материала использовались апшеронский экотип *S. silvestre* и 22 разновидности 14 видов ди-, тетра- и гексаплодных пшениц: *T. boeoticum*, *T. monococcum*, *T. dicoccoides*, *T. araraticum*, *T. timopheevi*, *T. dicoccum*, *T. ispaghaneum*, *T. turanicum*, *T. polonicum*, *T. palaeo-colhicum*, *T. turgidum*, *T. aestivum* и *T. macha*.

Все указанные виды пшениц использовались в гибридизации как материнские формы. Реципрокные скрещивания не проводились, так как кастрация колосьев *S. silvestre* почти всегда приводит к их травмированию. Гибридизация проводилась методом ограниченно-свободного опыления.

Анализ результатов гибридизации показал очень высокую степень генетической изоляции между видами рода *Triticum* и *S. silvestre*, так как из 22 комбинаций скрещивания зерно завязалось только в 9. Результаты удачных комбинаций представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты гибридизации видов пшеницы с *S. silvestre*

№№ пп.	Комбинации	Кол-во опылен- ных цветков	Кол-во завязав- шихся зерен	Завязываемость
1	<i>T. dicoccoides</i> v. <i>arabicum</i> x <i>S. silvestre</i> .	342	1	0,29
2	<i>T. dicoccoides</i> v. <i>ps. iordanicum</i> x <i>S. silvestre</i> .	584	1	0,17
3	<i>T. timopheevi</i> x <i>S. silvestre</i>	230	5	2,17
4	<i>T. araraticum</i> x <i>S. silvestre</i>	196	10	5,1
5	<i>T. polonicum</i> v. <i>levissimum</i> x <i>S. silvestre</i>	204	2	0,98
6	<i>T. ispaghaneum</i> x <i>S. silvestre</i>	256	3	1,17
7	<i>T. palaeo-colhicum</i> x <i>S. silvestre</i>	256	6	2,34
8	<i>T. macha</i> x <i>S. silvestre</i>	208	6	2,88
9	<i>T. aestivum</i> v. <i>erithrospermum</i> x <i>S. silvestre</i>	182	5	2,74

Как видно из табл. 1, максимальная завязываемость зерен составила 5,1% (*T. araraticum* x *S. silvestre*). в то время как в остальных комбинациях этот показатель был в пределах 0,17—2,88%.

В связи с таким результатом гибридизации, а также с данными, которые приведены, интересно отметить, что в одной из своих работ [6] Г. В. Канделаки и Н. С. Мелия сообщали, что скрещиваемость *T. timopheevi* и *T. araraticum* с диким видом ржи *S. montanum* значительно превышает успешность скрещиваний этого вида ржи с другими тетраплоидными видами пшеницы. На основании этого авторы сдела-

ли вывод о наличии весьма близких филогенетических связей между указанными видами родов *Triticum* и *Secale*.

Полученные нами гибридные зерновки были хотя и морщинистыми, но достаточно выполненными и имели удовлетворительно развитый зародыш. Однако несмотря на это, всего лишь в 4-х комбинациях: *T. araraticum* x *S. silvestre* (TaSs), *T. diccoides* v. *arabicum* x *S. silvestre* (TdSs), *T. timopheevi* x *S. silvestre* (TtSs), *T. polonicum* x *S. silvestre* (TpSs)¹ было получено только по одному всходу. В остальных случаях все зерна были не всхожими.

В начальных фазах все гибриды развивались нормально, однако по темпам развития у них наблюдалось заметное отставание по сравнению с родительскими формами. Гибрид TpSs остановился в развитии перед фазой колошения и погиб. Растения оставшихся трех гибридов нормально завершили вегетацию.

У гибридов доминировали признаки дикого типа: опушение соломины под колосом, сильная осыпаемость колоса, фиолетовая окраска стебля и другие. Колосья были морфологически промежуточными, наследуя признаки обоих родителей.

У гибридных растений, как и у *S. silvestre* был сильно сокращен межфазный период «колошение—цветение». Сразу вслед за колошением, колосья начинали выбрасывать пылинки. Рост тычиночных нитей происходил нормально. Нерастрескивающиеся пылинки были мелкими, недоразвитыми и не содержали пыльцу. Цветение проходило на 100% открыто; при этом наблюдалось длительное вторичное цветение. Своим габитусом гибриды TdSs и TaSs были похожи на *S. Silvestre*, в то время как гибрид TtSs — на материнскую форму.

Дальнейший анализ гибридов и родительских форм (табл. 2) показал промежуточное наследование признака высоты растений, при этом гибрид TtSs высотой резко отличался как от других гибридов, так и от родительских форм. У этого гибрида проявился гетерозис по признаку продуктивной кустистости (40 стеблей).

Таблица 2

Некоторые количественные показатели гибридов родительских форм

№№ пп.	Образцы	Высота растений	Продук- тивная кусти- стость	Кол-во междоузлий	Длина колоса	Кол-во колосков	Озернен- ность, %
1	<i>T. timopheevi</i>	133,4	14,7	6,0	5,9	23,4	90—100
2	<i>T. timopheevi</i> x <i>S. silvestre</i>	114,9	40,0	5,0	7,9	21,6	0,025
3	<i>T. araraticum</i>	76,3	17,0	4,3	—	—	90—100
4	<i>T. araraticum</i> x <i>S. silvestre</i>	67,0	13,0	5,0	8,0	17,1	0,077
5	<i>T. diccoides</i> v. <i>arabicum</i>	149	8,4	5,5	10,7	19,1	90—100
6	<i>T. diccoides</i> v. <i>arabicum</i> x <i>S. silvestre</i>	69,5	9,0	5,0	10,5	11,1	0,11
7	<i>S. silvestre</i>	51,5	12,2	4,0	7,5	14,1	90—100

¹ В скобках даны сокращенные обозначения, которые мы будем использовать в последующем изложении, материала.

Остальные гибридные растения этим признаком приближались к тому или иному родителю.

Каждое из полученных гибридов растений имело по 5 междоузлий. По литературным данным этот признак является наименее варьирующим [7].

Длиной колоса гибриды TtSs и TaSs приближались к *S. Silvestre*, гибрид TdSs — к материнской форме. Если последний гибрид имел очень рыхлый колос, то среднее количество колосков в колосе гибрида TtSs доходило до 21,6. Поэтому из 3-х полученных гибридных растений, гибрид TtSs своей потенциально высокой продуктивностью представляет наибольший селекционный интерес. Озерненность гибридов при свободном опылении варьировала от 0,025 до 0,11%.

Таким образом нами получены межродовые гибриды пшеницы с диким самофертильным видом ржи *S. silvestre*. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что несмотря на привлечение в гибридизацию с *S. silvestre* большого количества видов и разновидностей пшеницы, жизнеспособные гибриды были получены только с *T. timopheevi*, *Tararaticum* и *T. diccoides*, т. е. с видами пшеницы, которым в настоящее время отводится большая роль в эволюции рода *Triticum*.

Литература

1. Вавилов Н. И. Значение межродовой и межвидовой гибридизации в селекции и эволюции. Избр. сочинения. Изд-во «Колос». М., 1966.
2. Жуковский П. М. Эволюция культурных растений на основе полиплоидии. В сб. «Полиплоидия и селекция». Изд-во «Наука». М. Л., 1965, стр. 5—17.
3. Kihara H—Completion of genome-analysis of three of species of *Aegilops* Wheat Inform. Serv. Kyoto, 1957, N. 6, p. 11.
4. Мустафаев И. Д. Материал по изучению пшеницы, ржи, ячменя и эгилопов Азербайджана. Изд-во АН Азерб. ССР, Баку, 1961.
5. Friedrich A. Die Kreuzungsbarriere daz *Secale silvestre*-Genoms gegen andere *Secale*-Genome. Tagungsber. Dtsch. Akad. Landwirtschafswiss. Berlin 1972, n. 119, 167—174.
6. Еандеаки Г. В. Мелия Н. С. О скрещиваемости *Tr. araraticum* Yakuba. и *Tr. timopheevizhuk* горной рожью *S. montanum* Guss. Сообщения АН Грузинской ССР, 1973, 70, № 1, стр. 177—179.
7. Насирова Ф. А. Изучение гетерозиса, комбинационных способности и ценности различных видов и разновидностей пшениц Азербайджана. Канд. дисс Баку, 1973.

Институт генетики и селекции

Поступило 12. IV 1977

И. Д. Мустафаев, Г. Р. Пиралов

ЛАБАНЫ БУГДА ИЛА SECALE SILVESTRE-ИН ГИБРИДИ

T. timopheevi, *T. araraticum* və *T. diccoides* чинсләр илә човдарын *Secale silvestre* чинси арасында гибридләшдирмә апарыларар F_1 нәсли алынмышдыр. Мүәйжән едилмишдир ки, бугда *Secale silvestre* чинси илә чәтин гибридләшдир вә алынган гибридләрин һәјатилик габилитјәти ашағы олур. Бу да һәммин нөвүн јүксәк дәрәчәдә кенетик тәһрид олунмасы илә изаһ олунур.

Чинсләрарасы гибридләшдирмә заманы алынган стерил гибридләр һәр ики валидјәнин әләмәтләрини дашыјыр. Лабаны нөвләрин әләмәтләри нәсилдә даһа ајдын мұшаһидә едилир.

Мүәллифләрин диггәтини чәлб едән әсас чәһәтләрдән бири дә ондан ибарәтдир ки, човдарын бу нөвү анчаг лабаны вә ендемик бугда нөвләри илә чарпазлашдырылдыгда нәсилдә һәјатилији јүксәк олан гибридләр верир.

I. D. Mustafaev, G. R. Pirlov

THE HYBRIDS OF WILD WHEATS WITH SECALE SILVESTRE

The intergeneric hybrids F_1 of *T. timopheevi*, *T. araraticum* and *T. diccoides* with wild species of ray *Secale silvestre* are obtained. Even by free pollination, all hybrids had the high degree of sterility. The characters of wild type have been displayed very strongly in every plant.

УДК 547.633.11

ГЕНЕТИКА

Чл.-корр. М. А. АЛИ-ЗАДЕ, С. И. ШАФИ-ЗАДЕ

НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ У ПШЕНИЧНО-ЭГИЛОПСОВЫХ ГИБРИДОВ

Отдаленная гибридизация растений давно привлекает внимание исследователей. В основном такие эксперименты проводятся в селекционных целях. Большей частью в таких скрещиваниях селекционеры стараются привить полезные свойства дикорастущих растений культивируемыми. Среди таких свойств важное место занимает устойчивость различным болезням, засухе, морозу. В ряде случаев они стараются передать сельскохозяйственным растениям качественные показатели дикорастущих, как, например, высокобелковость зерна, содержание масла и многое другое.

Наряду с этим с помощью отдаленной гибридизации решаются теоретические вопросы генетики и общей биологии.

В Институте генетики и селекции АН Азерб. ССР сотрудниками отдела генетики и селекции зерновых и зернобобовых культур под руководством акад. А. Д. Мустафаева ведется большая работа по отдаленной гибридизации растений. Значительная часть экспериментов приводится по пшенично-эгилопсовым гибридам. Цель этих исследований заключается в передаче пшенице ценных свойств эгилопса—высокое содержание белка, засухоустойчивость, скороспелость и др.

Наряду с этим отдел решает другие генетические вопросы, имеющие теоретическое значение.

Нас интересовал вопрос, как протекают процессы нуклеинового обмена у пшенично-эгилопсовых гибридов.

С этой целью на опытных участках указанного отдела на Карабахской экспериментальной базе Института отбирались гибриды и родительские формы, и с них в фазу цветения брались пробы листьев и фиксировались для дальнейшего определения нуклеиновых кислот.

Одновременно с таких же листьев с пробным сверлом выбивались кружки для дальнейшего подсчета числа клеток. Часть этих кружков (10 шт.) опускалась в пробку со спиртом, а другая (50 шт.) высушивалась для определения сухого веса одного кружка. Определение числа клеток проводилось на фиксированных в спирту кружках: после их мацерации в хромовой кислоте по методу Брауна [2] в модификации [3].

В табл. 1 приведены результаты определения нуклеиновых кислот по трем комбинациям. Из этих данных видно, что по показателям относительного содержания РНК (мг% на сухое вещество) испытанные

Таблица 1

Содержание НК в листьях пшенично-эгилопсовых гибридов и их родительских пар

№ комбинации	Гибриды и родительские пары	РНК, мг% на сухое в-во	ДНК, мг% на сухое в-во	ДНК на клетки $\times 10^{-12}$
1	Tr. ispananicum x Ae. bluncialis	564 $\pm$ 0,0	82 $\pm$ 0,0	13,6
	Tr. ispananicum	444 $\pm$ 12,5	55 $\pm$ 4,6	5,5
	Ae. bluncialis	509 $\pm$ 0,0	58 $\pm$ 1,6	6,25
2	Tr. dicoccoides, v. arabicum x Ae. bluncialis	404 $\pm$ 9,1	32 $\pm$ 0,0	6,16
	Tr. dicoccoides, v. arabicum	418 $\pm$ 6,1	31 $\pm$ 1,6	6,6
	Ae. bluncialis	509 $\pm$ 0,0	58 $\pm$ 1,6	6,25
3	Tr. turanicum, v. insigne x Ae. bluncialis	382 $\pm$ 0,0	54 $\pm$ 0,0	4,8
	Tr. turanicum, v. insigne	326 $\pm$ 25,0	24 $\pm$ 1,5	2,5
	Ae. bluncialis	509 $\pm$ 0,0	58 $\pm$ 1,6	6,25

гибридные комбинации делятся на три части. В одном случае содержание РНК у гибридов выше, чем у родителей (первая комбинация), в другом—гибрид по этому показателю уступает обоим родителям (вторая комбинация), а в третьем случае занимает промежуточное положение между родителями (третья комбинация).

По показателям относительного содержания ДНК (мг% на сухое вещество), изученные гибриды отличаются между собой не резко. При систематизации полученных результатов по данным абсолютного содержания ДНК на клетку можно сделать заключение, из которого видно, что гибрид первой комбинации содержит в соматической клетке количество ДНК, равное сумме родительских показателей. Мы допускаем, что этот гибрид является амфидиплоидом, т. е. в клетке этого гибрида содержится полный набор хромосом родителей, оба генома от материнской и отцовской форм. Как известно, у обычных гибридов в соматической клетке содержится по одному геному от родителей. Такое явление наблюдается во второй и третьей комбинациях опыта. Как показано, в табл. 1, по содержанию ДНК в клетке гибрид во второй комбинации уступает обоим родителям, а в третьей занимает промежуточное положение между материнской и отцовской формами. Примерно такие же результаты получены и в другом опыте, где в качестве материнской формы взята мягкая пшеница (табл. 2). Данные второй комбинации также свидетельствуют о получении амфидиплоидного гибрида. У этого гибрида, (вторая комбинация) в соматической клетке содержится суммарное количество ДНК материнской и отцовской форм.

Гибрид первой комбинации содержит наиболее повышенное количество ДНК, по сравнению с родительскими парами, в этом случае увеличение ДНК не соответствует суммарному количеству ДНК родительских пар, и данный гибрид нельзя считать амфидиплоидом.

Таблица 2

Содержание НК в листьях пшенично-эгилопсовых гибридов
и их родительских пар

№ ком-бинации	Гибриды и родительские пары	РНК, мг% на сухое в-во	ДНК, мг% на сухое в-во	ДНК на клетку $\pm 10-12$
1	Tr. aestivum, v ferrugineum x Ae triaristata	435 $\pm$ 13,0	43 $\pm$ 2,0	4,87
	Tr. aestivum, v ferrugineum	458 $\pm$ 2,0	34 $\pm$ 1,0	2,47
	Ae triaristata	286 $\pm$ 0,0	81 $\pm$ 0,0	3,21
2	Tr. aestivum, v erythrosporum x Ae triaristata	253 $\pm$ 16,0	91 $\pm$ 0,0	10,6
	Tr. aestivum, v erythrosporum	485 $\pm$ 5,0	60 $\pm$ 1,0	7,55
	Ae triaristata	286 $\pm$ 0,0	81 $\pm$ 0,0	3,21

Вероятно, в данном случае мы имеем дело с гетерозисным эффектом. Увеличение количества ДНК в клетке гетерозисных гибридов описано нами в [3, 4].

Литература

1. Nieman R. H., Poulsen L. L. Spectrophotometric estimation nucleic acid of plant leaves. Plant physiology, № 1, 1962. 2. Обручева Н. В. Определение числа клеток методом Брауна. Физиология растений, т. 2, вып. 3; 1964. 3. Али-заде М. А., Ахундова Э. М. Изменение в содержании нуклеиновых кислот в листьях полиплоидных форм шелковицы. «ДАН Азерб. ССР», 1968, т. 178, № 3, 725—727. 4. Али-заде М. А., Алиев Р. Т. Увеличение содержания ДНК в клетке гетерозисных гибридов пшеницы. «ДАН Азерб. ССР», № 1, 1973, 72—74.

Институт генетики
и селекции

Поступило 10. I 1977

М. А. Элизаде, С. И. Шафизаде

БУГДА-ЕКИЛОПС ГИБРИДЛЭРИНДЭ НУКЛЕИН ТУРШУЛАРЫ

Мәгаләдә бугда-екилопс гибриdlәриндә РНТ, ДНТ мигдары гуру чәкидә мг%-лә вә бир һүчеjrәдә пикограмла өjrәнилмишдир. Тәдгигат заманы бугда илә екилопсуи чарпазлашдырлмасындан алынмыш беш комбинациядан истифадә едилмишдир. Ики комбинацияда: Tr. ispanaicum x Al bluncialis, Tr. aestivum x Al triaristata бир һүчеjrәдә көрә ДНТ-нин пикограмла мигдарынын валидеji көстәричиләринини жекунуна бәрабәр олдугу тапылмышдир.

M. A. Ali-zade, S. I. Shafi-zade

NUCLEIC ACIDS AT WHEAT-AEGILOPS HYBRIDS

The content of RNA DNA in mg % was determined at the dry substance in pg. at one cell of the wheat-aegilops hybrids.

Five combinations of cross were examined altogether. In two combinations: Tr. ispanaicum x Ae. bluncialis and Tr. aestivum x Ae. Triaristata the quantity of DNA /mg/, found in a cell was similar to that of the sum of the parents indices. The authors conclude, that in this case amphidiploidy is observed.

ИСТОРИЯ

Акад. З. М. БУНИЯТОВ, Д. А. ИСКЕНДЕРОВ

ОПИСАНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО СООРУЖЕНИЯ В МАРАНДЕ В
СОЧИНЕНИИ ШАМС АД-ДИНА МУХАММАДА АД-ДИМАШКИ

Шамс ад-Дин Абу Абдаллах Мухаммад ибн Абу Талиб ал-Ансари ад-Димашки (1256—1327) — автор известной космографии *Нухбат ад-дахр фи 'аджа'иб ал-барр ва-л-бахр* («Выборка времени о диковинках суши и моря»), которая весьма редко используется исследователями¹. Сочинение ад-Димашки содержит 9 разделов: первый раздел посвящен описанию семи климатов земли, времен года, ряду памятников древности и состоит из 10 глав; второй раздел рассказывает о рудниках, минералах, драгоценных камнях, образовании гор и содержит 11 глав; в третьем разделе приводится описание рек, источников, колодезев, соленых озер и имеет 6 глав; четвертый раздел дает общую характеристику всех известных морей и островов и состоит из 6 глав; пятый раздел посвящен описанию только Средиземного моря, его заливов, островов и имеет 6 глав; шестой раздел включает описание Индийского океана и входящих в его состав морей и состоит из 8 глав; седьмой раздел включает в себя сведения о «восточных» странах — Китае, Индии, Цейлоне, Туране, Кермане, Мекране, Фарсе, Хузистане, Ираке, Азербайджане, Сирии, Палестине, Иордании, Аравийском п-ве, Туркестане, Хорезме и Хорасане и состоит из 13 глав; восьмой раздел рассказывает о «западных» странах — Египте, Африке, Магрибе, Сухаре, Судане, Андалузии и состоит из 6 глав и девятый раздел рассказывает о различных народах, населяющих землю и содержит 9 глав.

Во многих главах своего сочинения ад-Димашки приводит схемы и контурные чертежи тех или иных диковинок и удивительных для его времени сооружений и созданий, которые он сам видел или о которых слышал. Таких схем и чертежей в сочинении насчитывается 30, но пока что описаны только три — разделение земли на семь климатов (стр. 21), распространение народов на земле (стр. 26) и схема-набросок Средиземного моря (стр. 140)².

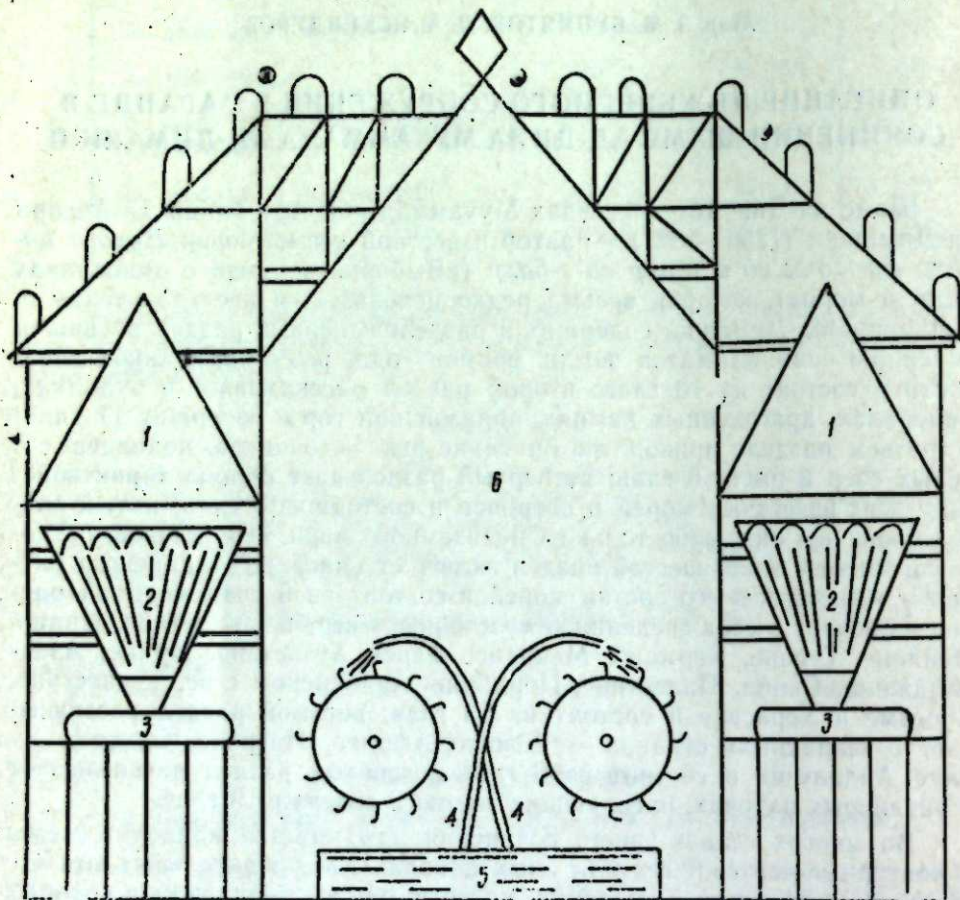
Седьмая глава седьмого раздела сочинения посвящена описанию Азербайджана, его границ и городов Тебриза, Ардабиля, Мараги, Ма-

¹ Шихаб ад-Дин Мухаммад ад-Димашки. Книга Нухбат ад-дахр фи-'аджа'иб ал-барр ва-л-бахр Изд. Августа Мерена. СПб., 1866. Дополнительные сведения о труде ад-Димашки см. И. Ю. Крачковский. Избранные сочинения, т. IV. М.—Л., 1957, стр. 382—385.

² K. Miller. Mappae arabicae. Arabische Welt-und Landerkarten, V, Stuttgart. 1926, стр. 130—141.

ранда, Урмин, Мугана, Байлакана, Дербенда, Хоя, Шаки; Шабрана, ал-Лакза; области Арран, в которой было 30 городов, Гянджи, Шамхора и Нахичевана (стр. 187—190). И если ад-Димашки обо всех перечисленных городах говорит вкратце, то Маранд его заинтересовал, тем что в этом городе имелась удивительная мельница, которая представляла собой «одно из чудес стран, времени и инженерной техники», т. к. она, по его передаче, работала на стоячей воде. Приводим полностью текст ад-Димашки, где дается детальное описание мельницы и ее работы.

«Маранд. Он возведен ал-Афшином³ на месте развалин древних сооружений, а большинство его зданий [построено] Мурадом ибн ад-Диххамом. Это сильно укрепленный город. В нем есть мельница, кото-



Мельница: 1 — тяга воздуха; 2 — зерноприемник; 3 — жернов; 4 — трубы, по которым вода подается к колесам; 5 — стоячая вода; 6 — сводчатая камера

рая работает на стоячей (непроточной — *ал-вакиф*) воде. Мельница — [одно из] чудес стран, времени и инженерной техники. У этой мельницы два жернова с двумя колесами, каждое колесо приводится в движение водой и вращает верхний жернов, благодаря чему перемалывается зерно. Оба колеса помещены с обеих сторон сводчатой камеры

³ Афшин Хайдар ибн Кавус (ум. 841 г.) — главнокомандующий войсками халифата в правление халифа ал-Му'тасима (833—842).

глубиной примерно в одну сажень⁴, и в ширину шесть локтей⁵, где и находится сама вода. В середине, поперек камеры, подобно мосту перекинута балка, концы которой укреплены в стенах [камеры]. На этой балке навешаны свинцовые трубы, накрепко соединенные между собой. Через балку над водой перегибается труба с открытым отверстием. Другой ее конец [также] имеет отверстие, в котором находится приспособление, всасывающее воду [с глубины] примерно в половину локтя и перегоняющее ее [по трубе], пока она с напором не вытечет из другого отверстия, расположенного на определенной высоте над уровнем воды. Выливаясь из отверстия, вода падает на лопасти и вращает колесо, которое, [в свою очередь], вращает жернов. После падения на колесо вода стекает в прежнее место. Таким же образом действует и другая смежная труба. Она по длине и диаметру такая же, что и первая, но разнится от нее [своим] отверстием. И поскольку одна труба поднимает воду там, где она падает, а другая там, где ее выбрасывает предыдущая, то одна и та же вода [постоянно] поднимается и падает, никогда не прибывая и не убывая (т. е. не увеличиваясь и не уменьшаясь). И движется [вода] благодаря только тому, что оба насоса поочередно то всасывают воду, то выбрасывают ее». (См. рисунок)⁶.

Как видно из текста, мельница представляет собой один из видов «вечного» двигателя и это обстоятельство вызвало бы у читателя только снисходительную улыбку. Но если мы обратимся к сочинению младшего современника ад-Димашки Закарийи ал-Казвини (1203—1283) *Асар ал-билад ва ахбар ал-'ибад* («Памятники стран и известия о людях»)⁷, то найдем там следующую запись о Маранде:

«Близ Маранда есть река Залвир⁸, через которую не сможет переправиться даже всадник. Когда река достигает окрестностей Маранда, то она бесследно исчезает, течет под землей на протяжении четырех фарсах⁹, а затем вновь выходит на поверхность земли»¹⁰.

Совершенно ясно, что строитель умело использовал для возведения мельницы воды реки, текущей под землей, и построил ее ниже уровня реки так, что весь механизм используемой воды оставался скрытым от глаз любопытных и создавалось впечатление, что мельница работает на стоячей воде. Как бы то ни было, у строителя этой мельницы имелась техническая смекалка и он создал такое интересное сооружение, что оно попало в число чудес, описанных Шамс ад-Дином ад-Димашки в его сочинении.

Институт НБ и СВ

Поступило 12. IV 1977

З. М. Бунятгов, Ч. А. Искандеров

ШАМС АД-ДИН МА'ЭММЭД АД-ДИМЭШГИНИН ЭСЭРИНДЭ МЭРЭНДДЭКИ ХЭНДЭСИ ТИКИНТИНИН ТЭСВИРИ

Магалэдэ-Шамс ад-Дин Ма'эммед ад-Димэшгинин (1256—1327) машхур «Нухбат ад-дэир фи ача иб эл-бэрр ва-л-бэир» адлы космографик эсэриндэ Мэрэнддэки хэндэси тикинтинин тэсвиригдэн бэис едилир. Догуз бөлмэдэн ибарэт бу эсэрин једдинчи фэслинин једдинчи бөдиндэ Азэрбајчан шәһәрләри һаггында ғыса, јалыыз Мэрэнддэ тиклимиш су дәјирманы барэдэ исә кениш мә'лумат верилир. Мүәллифин фикринчә бу тикинти дүнјанын мә'чүзәли вә һејрәтамиз тикинтисидир, белә ки, бу дәјирман һәрәкәтсиз сујуи күчү илә ишләјирди. Букүнкү бахымдан һәмин дәјирман «данми» мүһәррик сајыларды.

⁴ Сажень = 199,5 см.

⁵ Локоть в архитектуре = 0,75 см.

⁶ ал-Димашки, стр. 187—188.

⁷ Закарийя ал-Казвини. Асар ал-билад ва ахбар ал-'ибад. Бейрут, 1960.

⁸ Верхнее течение р. Марандчай (Зибар-чай), нижнее течение называется Зулузчай.

⁹ Фарсах = 6—7 км.

¹⁰ Закарийя ал-Казвини, стр. 285.

МҮНДӘРИЧАТ

Ријазиијат

Ч. Е. Аллахвердиев, Н. К. Аллахвердиева. Гильберт фазасында дифференциал-оператор тәңлик үчүн оптимал идарәетмә мәсәләси һаггында 3

Јарымгруп нәзәријәси

Е. А. Бабаев. Јарымгрупларын Σ -сых идеаллары 7

Ријазиијат

Е. Ә. Рәһимова. Спектрал параметрдән расионал асылы, өз-өзүнә гошма олмајан операторларын мәхсуси вә гошма элементләрн системинин тамлығы һаггында 12

Һесаблама техникасы

М. А. Гулиев. Нефт лајынын һәрәкәт едән температур саһәсини моделләшдирмәк үчүн замана көрә дәјишән структурлу торлар 18

Физика

Ј. Ә. Вердиев, Б. Ә. Рәчәбов. Де Ситтер групунун контраксијасы 22

Нәзәри физика

А. М. Сүлейманов. Индуксијаланмыш ферромагнитләрдә электрон вә нүвә спин далгаларынын параметрик ојадылмасы 26

Јарымкечиричиләр вә диелектриклар физикасы

Һ. Б. Абдуллаев, В. Һ. Агаев, Н. Ч. Мәммәдов, Р. Х. Нани. CdInGaS_4 эсасында һазырланмыш электрофотографик тәбәгәләрин бошалма кинетикасы һаггында 32

Физика

Ә. Ш. Абдинов, А. Һ. Қазымзаде, А. Ә. Әһмәдов. InSe монокристалларында галыг фотокечиричилијин саһә илә сөндүрүлмәси 36

Физики кимја

М. А. Нәчәфова, В. А. Шарпаты. N-асетилглюкозамин вә глюкозаминдә шүаландырылмыш радикалларын чеврилмәсинә даир 41

Стратиграфија

Т. Ә. Һәсәнов, З. Г. Гулиев, Ш. Ә. Бабаев. Гарыкаһа кәнди әтрафында Уст Сантон чөкүнтүләринин јайылмасына даир (Гочас синклиниориси) 46

Битки систематикасы

А. М. Әскәров. Гафгазын ғыжыкмиләринә даир јени мәлүматлар 49

Акарологија

Г. Ә. Гулиев. *Gendzella Kulljev gen. nov.* 55

Кенетика

И. Д. Мустафаев, Г. Р. Пиралов. Јабаны бугда илә *secale silvestre* ин гибриди 58

М. А. Әлизадә, С. И. Шәфизадә. Бугда-скилонс гибридиләриндә нуклеини туршулары 62

Тарих

З. М. Бунјатов, Ч. А. Искәндеров. Шәмс әд-Дин Мәһәммәд әд-Димәшгинин әсәриндә Мәрәддәки һәндәси тикиитиини тәсвири 65

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

Дж. Ә. Аллахвердиев, Н. К. Аллахвердиева. О задаче оптимального управления для дифференциально-операторного уравнения в гильбертовом пространстве 3

Теория полугрупп

Э. А. Бабаев. Σ — плотные идеалы полугрупп 7

Математика

Э. А. Рагимова. О полноте системы собственных и присоединенных элементов несамосопряженных операторов, рационально зависящих от спектрального параметра 12

Вычислительная техника

М. А. Гулиев. Сетки с изменяющейся во времени структурой для моделирования подвижного температурного поля нефтяного пласта 18

Физика

И. А. Вердиев, Б. А. Раджабов. Контракция представлений группы Де Ситтера 22

Теоретическая физика

А. М. Сулейманов. Параметрическое возбуждение электронно-ядерных спиновых волн в индуцированных ферромагнетиках 26

Физика полупроводников и диэлектриков

Г. Б. Абдуллаев, В. Г. Агаев, Н. Д. Мамедов, Р. Х. Нани. О кинетике разрядки электрофотографических слоев изготовленных на основе CdInCaS_4 32

Физика

А. Ш. Абдинов, А. Г. Қазымзаде, А. А. Ахмедов. Полевое гашение остаточной фотопроводимости в монокристаллах InSe 36

Физическая химия

М. А. Наджафова, В. А. Шарпаты. О превращениях радикалов в облученном глюкозамине и N-ацетилглюкозамине 41

Стратиграфия

Т. Аб. Гасанов, З. Қ. Кулиев, Ш. А. Бабаев. Установление верхне-сантонских отложений в районе с. Карыкаха (Гочасский синклиниорий) 46

Систематика растений

А. М. Аскеров. Новые данные о папоротникообразных Кавказа 49

Акарология

К. А. Кулиев. Типовой вид *Gendzella Cribbraria* 55

Генетика

И. Д. Мустафаев, Г. Р. Пиралов. Гибриды диких пшениц с *Secale silvestre* 58

М. А. Ализаде, С. И. Шафи-заде. Нуклеиновые кислоты у пшенично-этилопсовых гибридов 62

История

З. М. Буниятов, Д. А. Искендеров. Описание инженерного сооружения в Маранде в сочинении Шамс ад-Дина Мухаммада ад-Димашки 65

Сдано в набор 1/VIII. 1977 г. Подписано к печати 27/X 1977 г. Формат бумаги
70×108¹/₁₆. Бум. лист. 2,25. Печ. лист. 6,30. Уч.-изд. лист. 5,4. ФГ 06490:

Заказ 761. Тираж 691. Цена 40 коп.

Издательство «Элм».

370073. Баку-73, проспект Нариманова, 31, Академгородок, Главное здание.

Типография АН Азерб. ССР. Баку, проспект Нариманова, 31.



ИЗВЕСТИЯ СОВЕТОВ РАЙОНОВ

Вопросы, связанные с организацией и проведением выборов в органы государственной власти и местного самоуправления, являются одними из наиболее важных и сложных. В настоящее время в нашей стране активно ведутся работы по совершенствованию избирательного законодательства, направленные на повышение его демократичности и эффективности.

Важным аспектом является обеспечение равных возможностей для всех граждан участвовать в выборах. Это требует создания благоприятных условий для регистрации кандидатов, проведения агитационных кампаний и обеспечения безопасности процесса голосования.

Особое внимание следует уделять повышению информированности избирателей о своих правах и обязанностях. Для этого необходимо использовать различные каналы связи, включая СМИ, общественные организации и местные органы власти.

Важным условием успешного проведения выборов является обеспечение их прозрачности и подотчетности. Это достигается путем создания независимых наблюдательных комиссий, а также путем широкого информирования общественности о ходе и результатах выборов.

В заключение следует отметить, что совершенствование избирательного процесса является непрерывным процессом, требующим постоянного внимания и усилий со стороны всех заинтересованных сторон. Только при условии соблюдения демократических принципов можно обеспечить реальное участие граждан в управлении государством.