

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Յ Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

LVIII, № 4

1974

Խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Է. Գ. ԱՆՐԻԿՅԱՆ, կենսաբանական գիտությունների դոկտոր, Ա. Բ. ԲԱՐԱՏՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Ա. ԹԱԿԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ բզրակից-անդամ, Վ. Մ. ԹԱՌԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ բզրակից-անդամ, Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ բզրակից-անդամ (պատ. Խմբագրի տեղակալ), Ս. Հ. ԼԻՒՐՉՈՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ բզրակից-անդամ, Ս. Ս. ԼԻՐՏՅՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ԼԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. Խմբագիր), Օ. Մ. ՍԱԳՈՆՋՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ բզրակից-անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ԼԻՎԻՆՅԻՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ բզրակից-անդամ:

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик, Э. Г. АФРИКЯН, доктор биологических наук, А. Т. БАБАЯН, академик АН АрмССР, В. О. КАЗАРЯН, чл.-корр. АН АрмССР (зам. отв. редактора), С. А. МИРЗОЯН, чл.-корр. АН АрмССР, С. С. МКРТЧЯН, академик АН АрмССР, А. Г. НАЗАРОВ, академик АН АрмССР (отв. редактор), О. М. САПОНДЖЯН, чл.-корр. АН АрмССР, А. А. ТАЛАЛЯН, чл.-корр. АН АрмССР, В. М. ТАРАЯН, чл.-корр. АН АрмССР, М. Л. ТЕР-МИКАЕЛЯН, чл.-корр. АН АрмССР.

Ր Ր Վ Ա Ն Գ Ա Կ ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն

ԽԱՔԻՄԱՏԻՎ

- Վ. Կ. Սհանյան—Հարթության՝ երկու գույնով մարկովյան պատահական գունավորման վերաբերյալ 193
- Գ. Է. Մելիք-Աղամյան—Առանցքի վրա որոշված կանոնական դիֆերենցիալ հավասարման S-ժատրիցի հատկությունների մասին 199

ՃԻՉԻԿԱ

- Գ. Մ. Ավսաղյանց, Հ. Հ. Զեհեյան, Հ. Ս. Ղարալյան—Բազմատրանզիտորային անալոգիայի տեսության վերաբերյալ 205

ԱՆՈՐԳԱՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ

- Վ. Գ. Պետրոսյան, Ա. Վ. Զանբարյանց, Ս. Գ. Պետրոսյան—Անօրգանական ալակիներում իոնային անցումների մոդելը 217

ՈՐԴԱՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ

- Գ. Թ. Մառտիրոսյան, Հ. Յ. Վազարյան, Լ. Վ. Հասրաթյան, Ս. Օ. Միսարյան—Տեղակաված պիրոլիդինների առարացման ետր ուղի 216

ԵՐԿՐԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Ռ. Ա. Մանգալյան, Վ. Ա. Աղամալյան—ՀՍՍՀ հյուսիսային մասի վերին յուրայի առաջացումներում հանդիպող սպիրիտների մասին 219

ԿԵՈՔԻՄԻԱ

- Գ. Ռ. Մեծյան—Սակերի գոյ հանքավայրի երկաթի հանքանյութերում կոքալտարեր պիրիտների հայտնաբերման մասին 224

ՐԻՈՔԻՄԻԱ

- Ժ. Ս. Կեուզյան, Ա. Ս. Հովհաննիսյան—Սպիտակ առեւտների երկամանների կեղծվային շերտում սրնիտների դեամինացման հարցի շուրջը 225
- Ա. Ա. Գալստյան, Ռ. Հ. Կարապետյան, Վ. Ս. Սաֆարյան—Քիրեոտրոպին սիլիկինգ հորմանի (ՔՈՀ) ազդեցությունն առաջացրած ֆոսֆորիացման վրա սրտի, հիպոթալամուսի, երկամաներ և լյարդի միսոտոնոգրիաներում 236

ՄԻՋԱՏԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Վ. Ա. Ռեյնսի՝—Տախիներ (Diptera, Tachinoidea) ետր տեսակներ կովկասի ֆաունայում 247
- Ե. Կ. Հեբրեյան, Վ. Ա. Տրյապիցին—Սղեղի Phragmites australis (Cav) վրա ապրող կոկցիդների պարագիտ ձեցիտիդները Հայաստանում 248

ԱԿԱՐՈՒՈՒՄ

- Է. Ս. Հաբուրյանյան—Նոր տեսակ Podocinum Betlese, 1882 տեսակ (Mesostigmata: Podocnidae) 25

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- В. К. Оганян—О случайной марковской раскраске плоскости двумя цветами 191
П. Э. Мелик-Абамян—О свойствах S-матрицы канонических дифференциальных уравнений на всей оси 199

ФИЗИКА

- Г. М. Авакьянц, А. А. Джереджян, Г. С. Кираян—К теории многотранситорной аналогии 206

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- В. П. Петросян, А. В. Джинбозянц, С. П. Петросян—Модель ионных переходов в неорганических стеклах 212

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Г. Т. Мартirosян, А. Ц. Кизорян, Л. В. Асратян, С. О. Мисарян—Новый путь образования замещенных пирролидинов 216

ГЕОЛОГИЯ

- Р. А. Мандалян, В. А. Агимолян—О спилитах из верхнеюрских отложений северной части Армянской ССР 219

ГЕОХИМИЯ

- Г. Б. Межлумян—Об обнаружении кобальтоносных пиритов в железных рудях месторождения Цакери-дош 221

БИОХИМИЯ

- Ж. С. Геворкян, А. С. Оганесян—К вопросу деаминарования орнитина в корковом слое почек белых крыс 229
А. А. Галоян, Р. О. Карипетян, В. С. Сифирян—Влияние тиреотропного рилизинг-гормона (ТРГ) на окислительное фосфорилирование в митохондриях сердца, гипоталамуса, почек и печени 236

ЭНТОМОЛОГИЯ

- В. А. Рихтер—Новые виды тахин (Diptera, Tachinidae) и фауна Кавказа 242
Е. К. Эртевян, В. А. Трилицки—К познанию энциртид (Hymenoptera, Encyrtidae)—паразиты в коконе тростника *Phragmites australis* (Cav.) в Армении 248

АКАРОЛОГИЯ

- Э. С. Арутюнян—Новый вид рода *Podocinum* Berlese, 1882 (*Meso-nigmalis* Podocinidae) 254

CONTENTS

MATHEMATICS

- V. K. Ohanian—About the random markovian colouring of the plane with two colours 193
- P. E. Melik-Adamian—On the properties of S-matrices of canonical differential equations on the entire axis 199

PHYSICS

- G. M. Avakian, H. S. Karayan, H. H. Jerejian—On the theory of multi-transistor analog 206

INORGANIC CHEMISTRY

- V. P. Petrosian, A. V. Djunhariantz, S. P. Petrosian—Ionic Transition Model for Inorganic Glasses 212

ORGANIC CHEMISTRY

- G. T. Martirosian, A. Ts. Kazarian, L. V. Hasratian, S. V. Mlyssarian—A new method of formation of pyrrolidine derivatives 216

GEOLOGI

- R. A. Mandalian, W. A. Agumelian—Spilites from upper jurassic sediments of North Armenia 219

GEOCHEMISTRY

- G. B. Mejlumian—On the discovery of cobalt-bearing pyrites in the iron ores of the Tzakeri-dosh deposit 221

BIOCHEMISTRY

- I. S. Georkian, I. S. Oganessian—On decarboxylation of ornithine in the rat renal cortex 229
- A. A. Galatun, R. O. Karapetian, B. C. Safarian—The effect of Thyrotropic Releasing Hormone (TRH) on oxidative phosphorylation in the mitochondria of the heart, hypothalamus, liver and kidneys. 236

ENTOMOLOGY

- V. A. Richter—New species of Tachinidae (Diptera) in the fauna of Caucasus 242
- E. K. Herthelzian, V. A. Tryapitzin—Studies on the encyrtids (Hymenoptera, Encyrtidae) parasites of coccids on reeds—Phragmites australis (Cav.) in Armenia 248

ACAROLOGY

- E. S. Arutunian—New species of the genus Podocinum Berlese, 1887 (Mesostigmata Podocinidae) 251

Технический редактор Л. А. АЗИЗБЕКЯН

ВФ 05178 Подписано к печати 5.VII 1974 г. Тираж 550. Изд. 10.98. Цена 200

Формат бумаги 70x108¹/₁₆. Печ. л. 4.0. Бум. л. 2.

Усл. печ. л. 5,6. Уч. изд. листов 1,44.

Типография Издательства АН Армянской ССР, г. Эчмиадзин

УДК 519.212.3

МАТЕМАТИКА

В. К. Оганян

О случайной марковской раскраске
 плоскости двумя цветами

(Представлено академиком Ю. В. Прохоровым 20/XII 1973)

Случайную раскраску плоскости в N цветов будем называть марковской, если при движении вдоль каждой прямой на плоскости чередование цветов составляет марковский процесс.

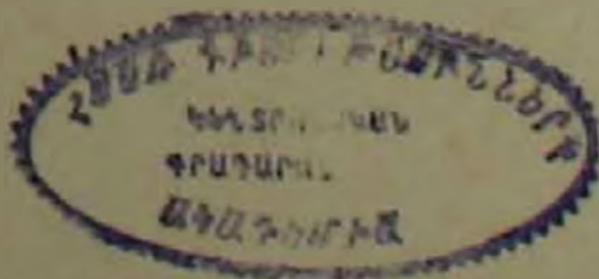
Случайная раскраска плоскости называется однородной (и изотропной), если она стохастически инвариантна относительно группы всех параллельных сдвигов (и вращений) на плоскости.

Вопрос о существовании однородной и изотропной марковской раскраски плоскости в два цвета возник в работах (1-2). Первый пример такой раскраски построен в работе (3), где использовалось разбиение плоскости на выпуклые многоугольники пуассоновским процессом прямых. В работе (4) случайные поля прямых использовались для построения однородных (но не изотропных) марковских раскрасок плоскости в два цвета.

В настоящей работе строятся однородные и изотропные раскраски плоскости в два цвета, с криволинейными границами между цветами.

Будем искать случайные марковские раскраски в следующем классе раскрасок. Пусть $\{D_i\}$ — последовательность независимых одинаково распределенных случайных выпуклых фигур на плоскости, $\{t_i\}$ — случайное множество сдвигов, такое что $\{t_i O\}$ образуют однородное пуассоновское точечное поле на плоскости, где O любая фиксированная точка плоскости. Множество $\cup t_i D_i$ закрашивается черным цветом, а его дополнение на плоскости белым. Очевидно, таким образом получаемая раскраска плоскости целиком определяется распределением случайной выпуклой фигуры D и параметром пуассоновского точечного поля $\{t_i O\}$, который мы будем обозначать буквой μ .

По поводу понятия распределения случайной выпуклой фигуры D заметим следующее: если заранее предполагается, что с вероятностью единица $D \subset V$, где V есть класс выпуклых фигур, причем



каждая фигура из V определяется конечным числом параметров, то D определяется заданием распределения в пространстве параметров. Другой способ построения случайных выпуклых фигур (точнее, многоугольников) состоит в использовании специальных стохастических конструкций (3).

Введем некоторые обозначения, связанные со случайными раскрасками рассматриваемого класса. Пусть $I_i = g \cap t_i D_i$, $i = 1, 2, \dots$, где g — прямая на плоскости; $L = \{I_i : I_i \neq \emptyset\}$, x_i — левый конец интервала I_i , $\Phi(h)$ — функция распределения произвольного интервала из L , $\varphi(h) = \frac{d}{dh} \Phi(h)$. На прямой g черным цветом оказывается закрашен-

ным случайное множество $A = \bigcup_{i=1}^{\infty} I_i$, а белым $B = g/A$. Очевидно, имеют место представления $A = \bigcup J_k$, для любого k J_k есть интервал, $J_k \cap J_l = \emptyset$ при $k \neq l$.

$B = \bigcup J'_k$ — для любого k J'_k есть интервал $J'_k \cap J'_l = \emptyset$, при $k \neq l$. Обозначим через $\{J_k, J'_k\}$ чередующуюся последовательность черных и белых интервалов (рис. 1), возникающую на прямой g .

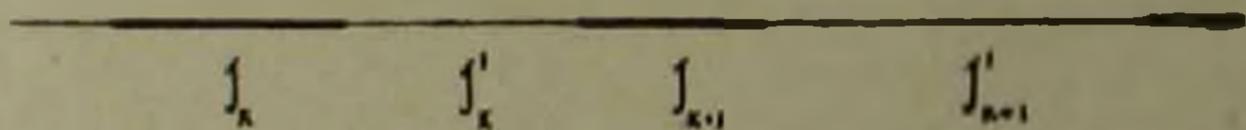


Рис. 1

Предложение 1. Если $\{D_i\}$ — последовательность независимых одинаково распределенных случайных выпуклых фигур, а $\{t_i\}$ — пуассоновское множество сдвигов, то:

- а) $\{x_i\}_1^{\infty}$ есть пуассоновское случайное точечное поле на g .
- б) В чередующейся последовательности $\{J_k, J'_k\}$ интервалы независимы, а длина произвольного интервала из $\{J'_k\}$ имеет экспоненциальное распределение с параметром равным интенсивности точечного поля $\{x_i\}$.

Следовательно, для того, чтобы возникающий на прямой случайный процесс был бы марковским, необходимо и достаточно чтобы $G(x)$ имела бы вид $G(x) = 1 - e^{-ax}$, где G — функция распределения произвольного интервала из $\{J_k\}$.

Найдем связь между G и Φ . Обозначим через Θ интенсивность пуассоновского точечного поля $\{x_i\}_1^{\infty}$. Связь между G и Φ определяется уравнением Г. Маттерона.

$$e^{-\Theta U(h)} + \Theta \cdot \int_0^h e^{-\Theta U(h-x)} \cdot [1 - G(x)] dx = 1, \quad (1)$$

где $U(h) = \int_0^h [1 - \Phi(x)] dx$.

Это уравнение легко решается с помощью преобразования Лапласа. В частном случае, когда $G(x) = 1 - e^{-ax}$, $\Phi(x)$ имеет вид

$$1 - \Phi(x) = \frac{(a + H) \cdot e^{-(a+H)x}}{a + H \cdot e^{-(a+H)x}} \quad (2)$$

Следовательно, для того, чтобы функция распределения произвольного интервала из $\{J_k\}$ была бы экспоненциальной, $\Phi(x)$ должна иметь вид (2) и плотность $M(x) = \frac{d}{dx}\Phi(x)$

$$M(x) = \frac{a \cdot (a + H)^2 \cdot e^{-(a+H)x}}{[a + H \cdot e^{-(a+H)x}]^2} \quad (3)$$

Рассмотрим два частных случая построения последовательности $\{J_k, J_k\}$ с помощью конкретного выбора D и μ .

1. Пусть ξ случайная величина с плотностью распределения $f(r)$. Положим $D = K(\xi)$, где $K(r)$ — круг радиуса r . Найдем связь между f и Φ . Легко видеть, что

$$1 - \Phi(h) = \frac{1}{2 \cdot r_0} \int_{h/2}^{\infty} f(r) \sqrt{4r^2 - h^2} \cdot dr, \quad (4)$$

где r_0 — средний радиус круга.

Дифференцируя (4) по h находим

$$\varphi(h) = \frac{h}{2r_0} \int_{h/2}^{\infty} \frac{f(r)}{\sqrt{4r^2 - h^2}} dr. \quad (5)$$

Делая замену переменной $u = 4r^2$ и обозначая $f_1(u) = \frac{f(r)}{r}$, получаем

$$\frac{16 \cdot r_0 \cdot \varphi(h)}{h} = \int_{h^2}^{\infty} \frac{f_1(u)}{\sqrt{u - h^2}} du. \quad (6)$$

Это есть интегральное уравнение Абеля. Как известно, его решение имеет вид:

$$f(r) = -\frac{16 \cdot r_0 \cdot r}{\pi} \int_{r^2}^{\infty} \frac{d}{dz} \left(\frac{\varphi(\sqrt{z})}{\sqrt{z}} \right) \frac{1}{\sqrt{z - 4r^2}} dz. \quad (7)$$

Функция $f(r) \geq 0$ если $\frac{d}{dr} \left(\frac{\varphi(\sqrt{z})}{\sqrt{z}} \right) \leq 0$, т. е. если $\varphi'(x) - \frac{\varphi(x)}{x} < 0$

из (7) находим

$$\int_0^{\infty} f(r) dr = -\frac{4r_0}{\pi} \left(\varphi(0) - \int_0^{\infty} \frac{\varphi(t)}{t} dt \right).$$

Таким образом, для того, чтобы решение уравнения (5) являлось плотностью распределения, $\varphi(x)$ должна удовлетворять следующим двум условиям:

$$\int_0^{\infty} \frac{\varphi(t)}{t} dt < \infty, \quad (8)$$

$$\varphi'(x) - \frac{\varphi(x)}{x} < 0. \quad (9)$$

Из (3) видно, что $M(0) \neq 0$ при $a \neq 0$. Следовательно, условие (8) не выполнено. Таким образом, не существует такой плотности распределения радиусов кругов, для которой плотность распределения произвольного интервала из L имела бы вид (3).

П. Майлсом (*) предложена стохастическая конструкция случайного многоугольника Π , обладающего следующими свойствами: Если $\{\Pi_i\}$ — последовательность независимых многоугольников Майлса, то случайное расположение $\{t_i \Pi_i\}_i^{\infty}$, оказывается однородным изотропным. (Здесь $\{t_i\}$ — пуассоновское множество сдвигов) и в этом случае $\Phi(h) = 1 - e^{-\lambda h}$.

Заметим, что многоугольник Π стохастически эквивалентен так называемому „произвольному многоугольнику“ из числа тех, на которые плоскость разбивается пуассоновским случайным полем прямых. Предложенная Майлсом конструкция позволяет обойти сложности, связанные в этом случае с понятием „произвольный многоугольник“.

В качестве случайной фигуры D выберем смесь фигур Π и $K(\xi)$: именно, произведем независимое испытание с вероятностью успеха p и неуспеха $1-p$. В случае успеха полагаем $D = \Pi$, а в случае неуспеха полагаем $D = K(\xi)$.

Рассмотрим соответствующую последовательность интервалов $\{J_k, J_k^c\}$.

Пусть заданы произвольные θ и q , $\theta > 0$, $0 < q < 1$. Очевидно, что за счет выбора интенсивности λ можно параметр распределения длины произвольного интервала из $\{J_k\}$ сделать равным θ . Выбором p можно добиться, чтобы плотность распределения длины произвольного интервала из $\{J_k\}$ имела бы вид

$$\varphi(x) = (1-q) \cdot \varphi_1(x) + q \cdot \lambda \cdot e^{-\lambda x}, \quad (10)$$

Здесь и ниже $\varphi_1(x)$ плотность распределения длины произвольного интервала из класса $\{I_l : I_l \neq \emptyset, I_l = g \cap t_l K(\xi_l)\}$. Следует выяснить, существует ли плотность $f(r)$ распределения радиусов кругов такая, чтобы φ имела бы вид (3), т. е. чтобы

$$M(x) = (1-q) \cdot \varphi_1(x) + q \cdot \lambda \cdot e^{-\lambda x}.$$

Вопрос сводится к тому, существует ли решение уравнения Абеля со свободным членом

$$f_1(x) = \frac{1}{1-q} M(x) - \frac{q}{1-q} \lambda \cdot e^{-\lambda x},$$

являющееся плотностью распределения.

Мы видели, что для этого $f_1(x)$ должна удовлетворять условиям (8) и (9), которые эквивалентны следующим двум условиям

$$q' = a, \quad (11)$$

$$\frac{(a+\theta)^2 \cdot e^{-(a+\theta)x} \cdot [\theta \cdot e^{-(a+\theta)x} - a]}{[a+\theta \cdot e^{-(a+\theta)x}]^2} + \lambda \cdot e^{-\lambda x} - \frac{(a+\theta)^2 \cdot e^{-(a+\theta)x}}{x \cdot [a+\theta \cdot e^{-(a+\theta)x}]^2} + \frac{e^{-\lambda x}}{x} \leq 0. \quad (12)$$

Легко проверить, что существует $i_0 < \infty$ такое, что при $i > i_0$ неравенство (12) выполнено для всех $x \geq 0$.

Действительно, левая часть неравенства при $x=0$ равна нулю, а ее первая производная по x в точке $x=0$ отрицательна при всех $i > i_1$, $i_1 < \infty$. Заметив также, что производная по i отрицательна при всех $x \geq 0$, получаем, что существует $\delta > 0$, такое, что при любом $i > i_1$ в окрестности $(0, \delta)$ неравенство (12) выполнено. Очевидно, что существует $i_2 < \infty$, такое, что при $i > i_2$ неравенство (12) выполнено при всех $x \geq \delta$. Следовательно, беря $i_0 = \max(i_1, i_2)$ получаем, что при $i > i_0$ неравенство (12) выполнено для всех $x \geq 0$.

Таким образом, однородные и изотропные черно-белые случайные марковские раскраски можно получить, закрашивая черным цветом объединение случайных кругов и многоугольников, разбросанных по плоскости согласно пуассоновскому закону.

Замечание. Пусть $\mathfrak{M}(\omega)$ случайное поле волокон ^(a)

G_n — класс гиперплоскостей в R^n . В работе ^(a) показано, что при $n \geq 4$, если $\mathfrak{M}(\omega)$ есть однородное и изотропное случайное поле волокон, а точечное поле $m \cap g$ является пуассоновским случайным точечным полем ($g \in G_n$), тогда с вероятностью единица $\mathfrak{M}(\omega)$ состоит из прямолинейных волокон.

В ^(a) отмечалось, что легко построить при всех $n \geq 2$ примеры однородного и изотропного $\mathfrak{M}(\omega)$ с прямолинейными полками, для которых $\mathfrak{M}(\omega) \cap g$ является пуассоновским точечным полем, однако указывалось на отсутствие примеров соответствующих $\mathfrak{M}(\omega)$ с криволинейными волокнами при $n = 2, 3$.

Результаты настоящей заметки доставляют отсутствовавший пример. Если положить $a = \theta$, а в качестве однородного и изотропного поля волокон взять границы случайной раскраски, то точечный процесс пересечений с любой прямой окажется пуассоновским.

Автор выражает благодарность Р. В. Амбарцумяну за руководство работой.

Հարթության երկու գույնով մարկովյան պատահական գունավորման
վերաբերյալ

Աշխատանքում կառուցվում են հարթության համասեռ և իզոտրոպ երկու
գույնով մարկովյան գունավորումներ, գույների միջև կորագիծ սահմաններով

երկու գույնով մարկովյան պատահական գունավորումները փնտրվում
են հետևյալ գունավորումների դասում:

Դիցուք $\{D_i\}$ -ն հարթության վրա անկախ միատեսակ բաշխման պատա-
հական ուռուցիկ պատկերների հաջորդականություն է, $\{t_i\}$ -ն տեղաշարժում-
ների պուասոնյան բաղմունք է, $\{t_i\}D_i$ բաղմունքներ ներկվում է սև, իսկ
նրա լրացումը հարթության վրա՝ սպիտակ:

Աշխատանքում, դիտողության կարգով բերված է նաև կորագիծ թելիկ-
ներով հարթության վրա համասեռ և իզոտրոպ պատահական թելիկների
դաշտի օրինակ, որի համար $m(x) \cap g$ կետային դաշտը հանդիսանում է՝
պուասոնյան կետերի դաշտ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ E. C. Pielou, Biometrics, 20, 156–167, 1964. ² M. C. Bartlett, Biometrics, 20, 891–892, 1964. ³ P. Switzer, Ann. Math. Statist., 36, 1859–1863 (1965). ⁴ H. Solomon and P. Wang, Proc. Sixth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability. ⁵ R. E. Miles, Advances in mathematics, 10, 256–290 (1973). ⁶ P. B. Амбарцумян, ДАН СССР, т. 214, № 2 (1974).

УДК 517.948

МАТЕМАТИКА

П. Э. Мелик-Адамян

О свойствах S -матрицы канонических дифференциальных уравнений на всей оси

(Представлено чл.-кор. АН Армянской ССР Р. А. Александряном 8/II 1974)

Для канонического дифференциального уравнения

$$J_0 \frac{dX}{dr} = iX + V(r)X \quad (0 \leq r < \infty), \quad (1)$$

где $J_0 = \begin{pmatrix} 0 & I_n \\ -I_n & 0 \end{pmatrix}$, потенциал V эрмитов, суммируем, $V \in L_1^{(2n \times 2n)}(0, \infty)$

и нормализован, т. е. $J_0 V = -V J_0$, в работе (1) были получены необходимые и достаточные условия на $(n \times n)$ -матрицу-функцию $S(r)$ для того, чтобы она была S -матрицей этого уравнения.

Свойства S -матрицы одномерного уравнения Шредингера

$$-y'' + q(x)y = i^2 y \quad (-\infty < x < \infty)$$

были исследованы в (2) для случая, когда вещественный потенциал $q(x)$ кусочно-непрерывен и удовлетворяет условию

$$\int_{-\infty}^{\infty} (1+|x|)|q(x)| dx < \infty. \quad (2)$$

В нашей заметке получены необходимые и достаточные условия на S -матрицу канонического уравнения вида (1) на всей оси и, как частный случай, описаны свойства S -матрицы уравнения Шредингера размерности n

$$-Y'' + Q(x)Y = i^2 Y \quad (-\infty < x < \infty) \quad (3)$$

для некоторого класса эрмитовых потенциалов Q .

1. Пусть $J = (2n \times 2n)$ -матрица со свойствами $J^* = -J$, $J^2 = I_{2n}$.

Тогда матрицы $P_{\pm} = \frac{1}{2}(I_{2n} \pm iJ)$ являются ортогональными проекторами на подпространства $N_{\pm} = \{h, Jh = \pm ih\}$, причем $J = iP_+ - iP_-$, $I_{2n} = P_+ + P_-$.

В дальнейшем предполагается, что

$$\dim N_+ = \dim N_-. \quad (4)$$

Рассмотрим каноническое дифференциальное уравнение

$$J \frac{dX}{dr} = \lambda X + V(r)X \quad (-\infty < r < \infty), \quad (5)$$

где $V(r)$ — эрмитова $(2n \times 2n)$ — матрица — функция, суммируемая на всей оси. $V \in L_1^{(2n \times 2n)}(-\infty, \infty)$. Не ограничивая общности, будем предполагать ⁽³⁾, что потенциал V нормализован. Под $X(r, \lambda)$ будем понимать матрицу — функцию порядка $(2n \times n)$.

Уравнение (5) эквивалентно уравнению вдвое большей размерности на полуоси $(0, \infty)$

$$J \frac{dX}{dr} = \lambda X + W(r)X \quad (0 \leq r < \infty) \quad (6)$$

с самосопряженным граничным условием в нуле ⁽⁴⁾,

$$X_1(0, \lambda) = X_2(0, \lambda), \quad (7)$$

где $J = \begin{pmatrix} J_0 & 0 \\ 0 & -J \end{pmatrix}$, $W(r) = \begin{pmatrix} V_+(r) & 0 \\ 0 & V_-(r) \end{pmatrix}$, $V_{\pm}(r) = V(\pm r)$ ($r > 0$) и

$X(r, \lambda) = \begin{pmatrix} X_1(r, \lambda) \\ X_2(r, \lambda) \end{pmatrix}$ — матрица — функция порядка $(4n \times 2n)$.

Очевидно, $J^* = -J$, $J^2 = -I_{2n}$, $W(r)$ — эрмитова, суммируемая $W \in L_1^{(4n \times 4n)}(0, \infty)$ и $JW = -WJ$.

Через $E(r, \lambda)$ обозначим матрицант уравнения (6), т. е. матричное решение этого уравнения, удовлетворяющее начальному условию $E(0, \lambda) = I_{4n}$, а через $E_0(r, \lambda) (= e^{Jr})$ — матрицант уравнения (6₀), получающегося из (6) при $W(r) \equiv 0$. Из эрмитовости потенциала W следует, что при $\text{Im} \lambda = 0$ матрица — функция $E(r, \lambda)$ J — унитарна, т. е. $E^* J E = E J E^* = J$. При $\text{Im} \lambda = 0$ существует матрица — функция $A(\lambda) = \lim_{r \rightarrow \infty} E_0^{-1}(r, \lambda) E(r, \lambda)$ и из J — унитарности $E(r, \lambda)$ следует J — унитарность $A(\lambda)$. Матрица — функция $A^{-1}(\lambda) = -J A^*(\lambda) J$ называется матрицей асимптотической эквивалентности (A — матрицей) уравнений (6) и (6₀). Она обладает тем свойством, что решения $X(r, \lambda)$ и $X_0(r, \lambda)$ уравнений (6) и (6₀) асимптотически эквивалентны ($X(r, \lambda) - X_0(r, \lambda) \rightarrow 0$ при $r \rightarrow \infty$), тогда и только тогда, когда $X(0, \lambda) = A^{-1}(\lambda) X_0(0, \lambda)$.

Пользуясь результатами работы ⁽³⁾, получаем

Предложение. Матрица — функция $A(\lambda)$ блочно — диагональна.

т. е. $A(\lambda) = \begin{pmatrix} A_+(\lambda) & 0 \\ 0 & A_-(\lambda) \end{pmatrix}$, где

$$A_{\pm}(\lambda) = I_{2n} + \int_0^{\infty} e^{\pm 2\lambda t} \Gamma_{\pm}(t) dt, \quad \Gamma_{\pm}(t) \in L_1^{(2n \times 2n)}(0, \infty). \quad (8)$$

Матрицы — функции $A_{\pm}(\lambda)$ J — унитарны.

Из характеристического свойства A -матрицы следует существование решения $X(r, \lambda)$ задачи (6)–(7), допускающего асимптотику

$$X(r, \lambda) = e^{i\lambda r} \begin{pmatrix} P_- \\ P_+ \end{pmatrix} S(\lambda) + e^{-i\lambda r} \begin{pmatrix} P_+ \\ P_- \end{pmatrix} + o(1) \quad (r \rightarrow \infty) \quad (9)$$

где

$$S(\lambda) = G_-(\lambda) G_+^{-1}(\lambda) \quad (10)$$

$(2n \times 2n)$ – матрица–функция, а $G_{\pm}(\lambda) = P_{\pm} A_{\pm}(\lambda) + P_{\mp} A_{\mp}(\lambda)$.

Матрицу–функцию $S(\lambda)$ назовем S -матрицей уравнения (5). Заметим, что $S(\lambda)$ совпадает с субоператором $(^2)$ оператора $S(L, L_0)$, где $S(L, L_0)$ – оператор рассеяния для пары самосопряженных в $L_2^{(2n-1)}(-\infty, \infty)$ операторов

$$L = J \frac{d}{dr} + V(r), \quad L_0 = J \frac{d}{dr}, \quad (-\infty < r < \infty)$$

Из (8) видно, что

$$G_{\pm}(\lambda) = I_{2n} + \int_0^{\infty} e^{-2i\lambda t} |P_{\pm} \Gamma_{\pm}(t) + P_{\mp} \Gamma_{\mp}(t)| dt, \quad (11)$$

т. е. $G_{\pm}(\lambda)$ принадлежат винеровским классам функций R_{\pm} соответственно. Оказывается, что

$$\det G_{\pm}(\lambda) \neq 0 \quad \text{при } \lambda \in \Pi_{\pm}, \quad (12)$$

где Π_{\pm} – верхняя и нижняя полуплоскости. Это означает, что $G_{\pm}^{-1}(\lambda) \in R_{\pm}$. Следовательно, выражение (10) является правой канонической факторизацией (факторизацией с нулевыми частными индексами $(^3)$), матрицы–функции $S(\lambda)$.

Из J -унитарности $A_{\pm}(\lambda)$ вытекают соотношения

$$G_+^*(\lambda) G_+(\lambda) = G_-^*(\lambda) G_-(\lambda) \quad (13)$$

$$G_+^*(\lambda) J G_+(\lambda) + G_-^*(\lambda) J G_-(\lambda) = 2J \quad (14)$$

Условие (13) эквивалентно унитарности функции $S(\lambda)$.

2. Всюду в дальнейшем будем предполагать $J = J_0$, что не ограничивает общности в силу (14). Тогда нормализованный потенциал V

имеет вид $V(r) = \begin{pmatrix} -B(r) D(r) \\ D(r) B(r) \end{pmatrix}$, где $B(r)$, $D(r)$ – эрмитовы $(n \times n)$

– матрицы–функции.

Для уточнения необходимых свойств S -матрицы уравнения (5) и доказательства их достаточности, нам понадобится

Теорема 1. Для того, чтобы некоторая J -унитарная $(2n \times 2n)$ – матрица–функция $A^{-1}(\lambda)$ была A -матрицей уравнения (5) с суммируемым нормализованным потенциалом, необходимо и

достаточно, чтобы матрица-функция $A(\nu)$ допускала представление

$$A(\nu) = I_{2n} + \int_0^{\infty} e^{2\nu t} \Gamma(t) dt, \quad (15)$$

где $\Gamma(t) = \|\Gamma_{jk}(t)\|_1^2 \in L_1^{(2n \times 2n)}(0, \infty)$ и

$$\det \left| I_n + \int_0^{\infty} e^{-2\nu t} (\Gamma_{jj}(t) \mp i\Gamma_{jk}(t)) dt \right| \neq 0, \quad \nu \in \Pi, \quad (j, k = 1, 2, j \neq k) \quad (16)$$

Необходимость представления (15) доказана в (3), а условие (16) проверяется аналогично (12). Из (15) и (16) следует, что J -унитарная матрица-функция $A(\nu) = \|A_{jk}(\nu)\|_1^2$ однозначно определяется элементами $A_{11}(\nu)$ и $A_{21}(\nu)$.

Для доказательства достаточности, как и в (4), рассмотрим унитарную матрицу-функцию

$$S_1(\nu) = [C_{22}(\nu) + C_{21}(\nu)] [C_{12}(\nu) + C_{11}(\nu)]^{-1} = Q_+(\nu) Q_-^{-1}(\nu), \quad (17)$$

где $C(\nu) = \|C_{jk}(\nu)\|_1^2 = UA(\nu)U^*$, а $U = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} I_n - iI_n \\ I_n \quad iI_n \end{pmatrix}$

Из (15) и (16) имеем $Q_{\pm}^{-1}(\nu) \in R_{\pm}$. Следовательно выражение (17) является левой канонической факторизацией матрицы-функции $S_1(\nu)$. Согласно работе (4), по $S_1(\nu)$ определяются две эрмитовы матрицы-функции $B_1(r)$, $D_1(r) \in L_1^{(n \times n)}(0, \infty)$, такие, что S -матрица уравнения (1)

с потенциалом $V_1(r) = \begin{pmatrix} -B_1(r) & D_1(r) \\ D_1(r) & B_1(r) \end{pmatrix}$ совпадает с $S_1(\nu)$. Из единствен-

ности канонической факторизации (5) следует, что A -матрица этого уравнения совпадает с $A^{-1}(\nu)$, что и требовалось.

Теперь заметим, что матрицы-функции $A^{-1}(\nu)$ и $A^{-1}(-\nu)$ в (8) являются A -матрицами уравнений вида (1) с потенциалами $\pm V_{\pm}(r)$. Поэтому функции $\Gamma_{\pm}(t)$ в формуле (8) удовлетворяют условию (16).

Положим

$$\tilde{A}_{\pm}(\nu) = P_{\pm} G_{\mp}(\nu) + P_{\mp} G_{\pm}(\nu). \quad (18)$$

В силу (13), (14) и (11) эти матрицы-функции J -унитарны и

$$\tilde{A}_{\pm}(\nu) = I_{2n} + \int_0^{\infty} e^{\pm 2\nu t} \Gamma_{\pm}(t) dt.$$

По теореме 1 \tilde{A}^{-1} являются A -матрицами уравнений

$$J \frac{dX}{dr} = iX + \tilde{V}_{\pm}(r)X \quad (0 \leq r < \infty)$$

с суммируемыми нормализованными потенциалами \tilde{V}_{\pm} . Тогда матрица-функция $\tilde{A}^{-1}(i) = \begin{pmatrix} \tilde{A}^{-1}(i) 0 \\ 0 \tilde{A}^{-1}(i) \end{pmatrix}$ оказывается A -матрицей уравнения

$$\begin{pmatrix} J & 0 \\ 0 & -J \end{pmatrix} \frac{dX}{dr} = iX + \begin{pmatrix} \tilde{V}_{+} & 0 \\ 0 & \tilde{V}_{-} \end{pmatrix} X \quad (0 \leq r < \infty)$$

Если положить $\tilde{V}(r) = \tilde{V}_{+}(r)$ при $r > 0$ и $\tilde{V}(r) = \tilde{V}_{-}(-r)$ при $r < 0$, то из (18) видно, что S -матрица уравнения (5) с потенциалом $\tilde{V}(r)$ совпадает с матрицей-функцией $S(i)$. Таким образом, доказана

Теорема 2. Для того, чтобы некоторая $(2n \times 2n)$ -матрица-функция $S(i)$ была S -матрицей уравнения (5) с суммируемым нормализованным потенциалом, необходимо и достаточно, чтобы она удовлетворяла условиям (10)–(14) и (16).

3. Рассмотрим матричное уравнение Шредингера (3), где потенциал $Q(x) = (n \times n)$ -матрица-функция такая, что существует эрмитово решение $\Theta(x)$ задачи

$$-\Theta'(x) + \Theta^2(x) = Q(x), \quad \Theta(x) \in L_1^{(n \times n)}(-\infty, \infty) \quad (19)$$

Тогда вместо уравнения (3) можно рассматривать каноническое уравнение (5) с потенциалом $V_2(r) = \begin{pmatrix} 0 & \Theta(r) \\ \Theta(r) & 0 \end{pmatrix}$ в том смысле, что

компоненты $X_1(r, i)$ решения $X(r, i) = \begin{pmatrix} X_1(r, i) \\ X_2(r, i) \end{pmatrix}$ этого уравнения

удовлетворяет уравнению (3).

Для уравнения (5) с потенциалом V_2 получаем

$$G_2(i) = J_1 G_2(-i) J_1, \quad (20)$$

где $J_1 = \begin{pmatrix} I_n & 0 \\ 0 & -I_n \end{pmatrix}$, т. е. $J_1 S(i) = S^*(-i) J_1$.

* Для потенциалов, удовлетворяющих условию (2) такие решения существуют.

Анализ процедуры восстановления потенциала по матрице-функции $S(\lambda)$ со свойствами (10)–(14), (16) и (20) показывает, что восстановленный потенциал имеет вид $\tilde{V}_2(r) = \begin{pmatrix} 0 & \tilde{D}(r) \\ \tilde{D}(r) & 0 \end{pmatrix}$.

S -матрица $S_2(\lambda)$ уравнения (3) ⁽²⁾ связана с S -матрицей $S(\lambda)$ соответствующего канонического уравнения унитарным преобразованием

$$S_2(\lambda) = U_1 S(\lambda) U_1^*, \text{ где } U_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} I_n & iI_n \\ I_n & -iI_n \end{pmatrix}. \text{ Отсюда следует, что}$$

$$J_2 S_2(\lambda) = S_2^*(-\lambda) J_2, \text{ где } J_2 = \begin{pmatrix} 0 & I_n \\ I_n & 0 \end{pmatrix}.$$

Сформулируем полученное

Следствие. Для того, чтобы некоторая $(2n \times 2n)$ — матрица-функция $S(\lambda)$ была S -матрицей уравнения (3) с потенциалом, удовлетворяющим условию (19), необходимо и достаточно, чтобы матрица-функция $U_1^* S(\lambda) U_1$, наряду с (10)–(14), (16), удовлетворяла условию (20).

Выражаю благодарность М. Г. Крейну за постановку задачи и В. М. Адамьяну за обсуждение.

Ереванский государственный университет,
Одесский инженерно-строительный институт

Գ. Է. ՄԵԼԻՔ-ԱՊԱՄՅԱՆ

Առանցքի վրա որոշված կանոնական դիֆերենցիալ հավասարման S -մատրիցի հատկությունների մասին

Պատարկում է հետևյալ հավասարումը՝

$$J \frac{dX}{dr} = \lambda X + V(r)X \quad (-\infty < r < \infty), \quad (5)$$

որտեղ $V(r)$ -ն առանցքի վրա հանրազումարելի էրմիտյան մատրից-ֆունկցիա է ($V = V^*$, $V \in L_1^{2n \times 2n}(\infty, \infty)$), իսկ J -ն մատրից է $J^2 = -I_{2n}$, $J^4 = -J$ հատկություններով:

Ստացվում է՝

Թեորեմ. Որպեսզի $S(\lambda)$ ($2n \times 2n$) — մատրից ֆունկցիան հանդիսանա (5) հավասարման S -մատրից, անհրաժեշտ է և բավարար, որ նա բավարարի (10)–(14) և (16) պայմաններին:

Հետևանք. Որպեսզի $S(\lambda)$ ($2n \times 2n$)-մատրից ֆունկցիան հանդիսանա (3) հավասարման S -մատրից, որի պոտենցիալը բավարարում է (19) պայմա-

նիճ, անհրաժեշտ է և բազմաթիվ, որ նա (10) – (14) և (16) պայմանների
հետ մեկտեղ բազմաթիվ հան (20) պայմանին:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ М. Г. Крейн, Ф. Э. Мелик-Адамян, ДАН Арм. ССР, т. 46, № 4 (1968). ² Л. Д. Фаддеев, Труды Матем. ин-та АН СССР, т. 73, (1964). ³ В. М. Адамян, ДАН СССР, т. 178, № 1, (1968). ⁴ М. Г. Крейн, Ф. Э. Мелик-Адамян, Функц. анализ, 4, вып. 4, (1970). ⁵ И. Ц. Гохберг, М. Г. Крейн, УМН, т. XIII, вып. 2 (80), (1958).

УДК 621.382.3

ФИЗИКА

Член-корреспондент АН Армянской ССР
 Г. М. Авакьянц, А. А. Джереджан, Г. С. Караян

К теории многотранзисторной аналогии

(Представлено 16/VII 1973)

При расчете вольтамперной характеристики (ВАХ) различных полупроводниковых структур с многими р-п переходами часто пользуются так называемой многотранзисторной аналогией (МТА). Сущность этой теории в следующем: многослойную (МС) структуру представляют как некоторую цепочку р-п-р и п-р-п транзисторов, которые подключены по определенному закону (рис. 1), в результате чего задача сводится к расчету отдельных транзисторов.

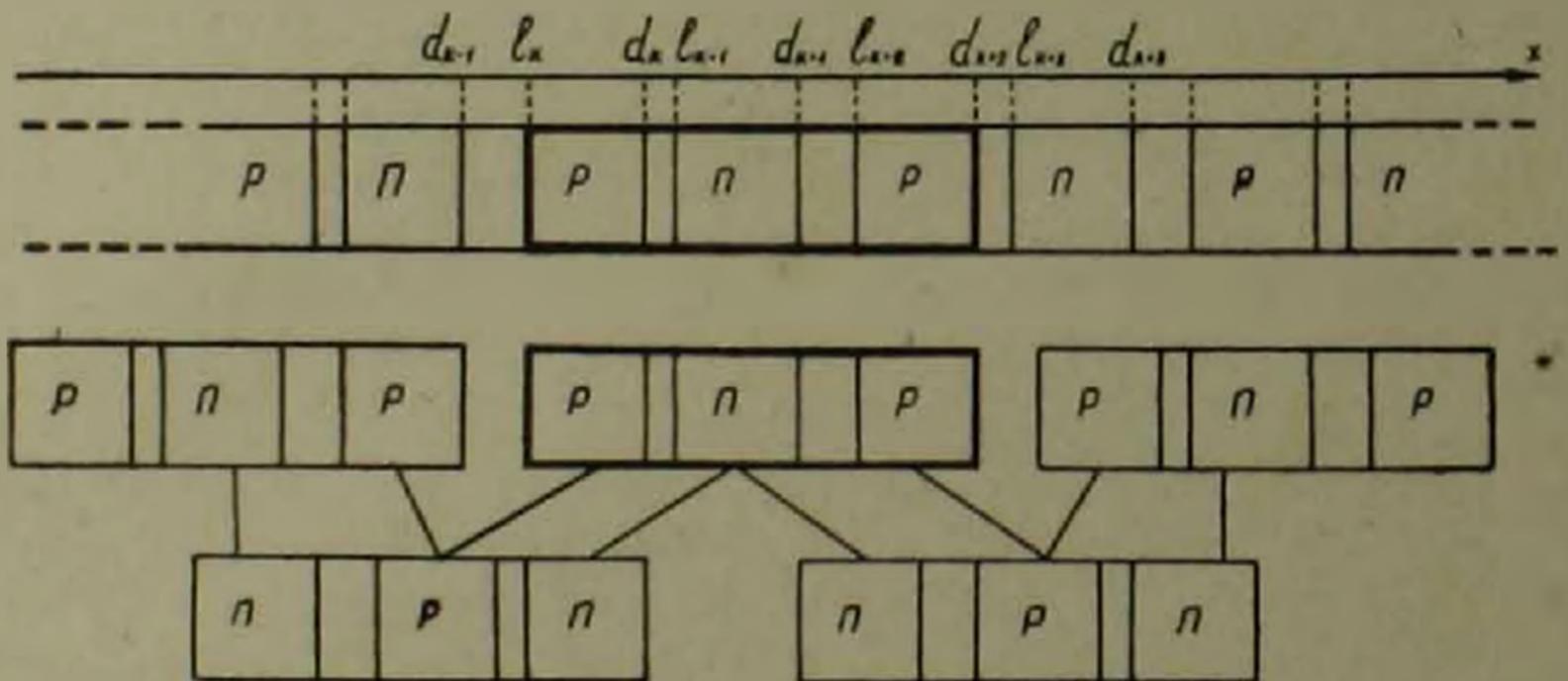


Рис. 1. а—расчетная модель многослойной структуры; б—модель по многотранзисторной аналогии той же структуры

Каждая совокупность чередующихся трех слоев в МС структуре называется составным транзистором причем крайние слои транзисторов могут входить по несколько раз в составные транзисторы (один из таких транзисторов показан на рис. 1,а жирной линией), а соответствующий ему транзистор в МТА называется эквивалентным (на рис. 1,б показан жирной линией).

В статье (1) построены примеры, которые нельзя объяснить в рамках теории МТА, поэтому возникает вопрос, можно ли отождествлять структуры а и б на рис. 1, по своим свойствам.

Принцип работы р-п-р (или п-р-п) структуры на рис. 1,а известен из (1). Теперь же сравним эту структуру с показанной на рис. 2.

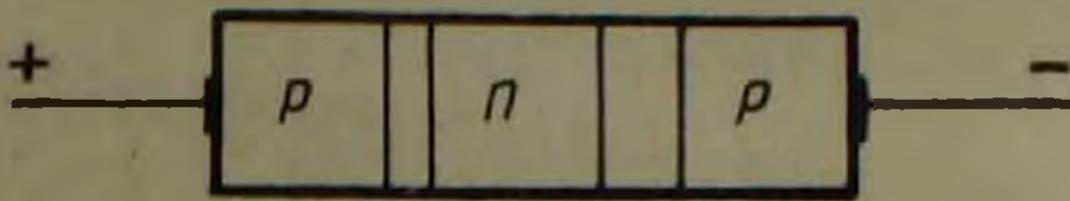


Рис. 2. Расчетная модель трехслойной структуры

Ради простоты изложения введем следующие обозначения:

пусть k -й р-п-переход эмиттерный, тогда

$\gamma_k^{k-1} (\gamma_k^{k-1})$ — отношение значения инжекционного тока неосновных носителей (для k -й базы) в точке l_k (d_k) к полному току J ,

$\gamma_k^{k+2} (\gamma_k^{k-2})$ — часть инжекционного тока через $(k+1)$ -й ($(k-1)$ -й) коллектор, достигающая k -ый эмиттер,

γ_k^k — отношение тока рекомбинации (омической утечки) в объеме k -го эмиттера к полному току,

$\alpha_k^{k-1} (\alpha_k^{k+1})$ — коэффициент усиления транзистора с $(k-1)$ и k ($k+1$ и k) р-п-переходами.

Эти же величины для эквивалентной структуры будем обозначать с черточкой над буквами.

Будем считать, что базы низкоомные (т. е. $x \geq 10^{15} \text{ см}^{-3}$), относительно короткие (т. е. $(d_k - l_k)/L_k < 3$) и в них выполняется условие квазинейтральности.

Известно что (3,5)

$$\alpha_k^{k-1} = \beta_k \gamma_k^{k-1}, \quad \alpha_k^{k+1} = \beta_{k+1} \gamma_k^{k+1}, \quad (1)$$

где β_k и β_{k+1} постоянные.

Для любого эмиттера, за исключением крайних, в структуре изображенной на рис. 1а условие непрерывности тока через переход имеет вид:

$$\gamma_k^{k+2} + \gamma_k^{k+1} + \gamma_k^k + \gamma_k^{k-1} + \gamma_k^{k-2} = 1, \quad (2)$$

а для структуры на рис. 1,б это же условие запишется так:

$$\bar{\gamma}_k^{k+2} + \bar{\gamma}_k^{k+1} + \bar{\gamma}_k^k + \bar{\gamma}_k^{k+1} = 1. \quad (3)$$

Для левого (правого) крайнего транзистора отсутствует $\gamma_k^{k+2} (\gamma_k^{k+2})$.

Формула (3) написана для р-п-р-транзистора, а для п-р-п-транзистора вместо $\bar{\gamma}_k^{k+2}$ должен быть $\bar{\gamma}_k^{k-2}$.

Как известно (3,5), условие существования участка с ОС на ВАХ k -го коллектора имеет вид:

$$\left(1 + J \frac{\partial}{\partial J}\right) (\alpha_k^{k+1} + \alpha_k^{k-1}) > 1, \quad (4)$$

а условием инверсии знака смещения этого перехода является

$$\alpha_k^{k+1} + \alpha_{k+2}^{k+1} > 1. \quad (5)$$

Из этих формул видно, что для образования участка с ОС на ВАХ коллекторов или для инверсии в них важны не только значения полного тока, но и величины компонента тока через эмиттерный переход, что отличает составной транзистор от эквивалентного.

Проанализируем условия срыва и инверсии отдельно. Как видно из (5) работы (1) (обозначения см. в (1)).

$$\gamma_k^{k-2} = \beta_k(1 - \xi_{k-1})/J. \quad (6)$$

Из (2), (3) и (6) легко получить:

$$\left(1 + J \frac{\partial}{\partial J}\right) \left(\bar{\gamma}_k^{k-1} - \gamma_k^{k-1}\right) = \beta_k \xi_{k-1} R_{k-1}. \quad (7)$$

Из формулы (7) следует, что имеет место неравенство

$$\left(1 + J \frac{\partial}{\partial J}\right) \left(\alpha_k^{k+1} + \alpha_{k+2}^{k+1}\right) > 1 + J \frac{\partial}{\partial J} \left(\bar{\alpha}_k^{k+1} + \bar{\alpha}_{k+2}^{k+1}\right), \quad (8)$$

если только $R_{k-1} < 0$.

Очевидно, что правая часть неравенства (8) может при некотором значении тока J стать больше единицы тогда, как при всех значениях J левая часть не может превзойти единицу. Это означает, что на ВАХ $(k+1)$ -го коллектора имеется участок с ОС тогда, как теория МТА это исключает.

Как показывает (7), причиной тому является инжекционный ток через $(k-1)$ -й коллектор. Сам этот ток (т. е. член с $\beta_k(1 - \xi_{k-1})$ в составе полного тока через k -й эмиттер) уменьшает коэффициент инжекции $\bar{\gamma}_k^{k-1}$ и тогда $\gamma_k^{k-1} < \bar{\gamma}_k^{k-1}$. В то же время изменение $\bar{\gamma}_k^{k-1}$ по току вложит положительный вклад (т. е. увеличивает) в дифференциальный коэффициент передачи (ДКП), причем при $R_{k-1} < 0$ с ростом полного тока влияние самого этого тока уменьшается, а его изменение становится более быстрым, что и приводит к дополнительному росту α_k^{k+1} . Этот эффект с ростом V_{k-1} уменьшается (более наглядно это видно из (7), где с ростом V_{k-1} , ξ_{k-1} экспоненциально убывает) практически незначительно, если невозможна инверсия в $(k-1)$ -ом коллекторе.

Чтобы полностью выяснить картину, пользуемся формулой (8) и (29) работы (1):

$$\begin{aligned} \frac{a_k^{k+1}}{\bar{a}_{k+1}^{k+1}} \bar{d}_{k+1} &= \left(1 + J \frac{\partial}{\partial J}\right) \alpha_k^{k+1}, \\ \frac{a_{k+2}^{k+1}}{\bar{a}_{k+1}^{k+1}} \bar{d}_{k+1} &= \left(1 + J \frac{\partial}{\partial J}\right) \alpha_{k+2}^{k+1}, \end{aligned} \quad (9)$$

откуда видно, что аналогичное влияние имеет и инжекционный ток J -го коллектора, если между J -ым и k -ом переходами либо отсутствуют коллекторы, либо на них возможна инверсия знака смещения.

В (3) член $\bar{\gamma}_k^k$ существенной роли не играет до тех пор, пока $(k+1)$ -й коллекторный переход находится в запертом режиме. Поэтому если в k -м эмиттере отсутствует утечка (т. е. $\bar{\gamma}_k^k = 0$), то $\bar{\gamma}_k^{k-1}$ и $\bar{\gamma}_k^{k+1}$ постоянные (так как это неубывающие функции от тока их сумма постоянна). Следовательно, $\bar{\alpha}_k^{k-1}$ и $\bar{\alpha}_k^{k+1}$ тоже постоянные, а их производные по току равны нулю. Аналогично для $(k+2)$ -го эмиттера при $\bar{\gamma}_k^{k+2} = 0$ имеем:

$$\left(1 + J \frac{\partial}{\partial I}\right) \bar{\alpha}_{k+2}^{k+1} = \bar{\alpha}_{k+2}^{k+1} = \text{const.}$$

По теории МТА условие существования участка ОС на ВАХ $(k+1)$ -го коллектора имеет вид:

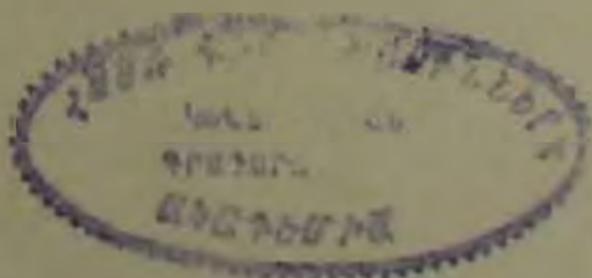
$$\left(1 + J \frac{\partial}{\partial I}\right) \left(\bar{\alpha}_k^{k+1} + \bar{\alpha}_{k+2}^{k+1}\right) - 1 + m_{k+1} > 0.$$

Очевидно, это условие без лавинного умножения в коллекторе не может выполняться, а при наличии в нем лавинного умножения, если даже при некотором значении тока оно выполняется (т. е. $R_{k+1} < 0$), то при бесконечно малом росте тока дифференциальное сопротивление R_{k+1} становится положительным, так как m_{k+1} будет уменьшаться (так можно получить колебания с малой амплитудой, но не участок с ОС на ВАХ). Физической причиной этого является отсутствие обратной связи.

Однако при этих же условиях, как видно из (2) и (9) (см. также (2) и пример 3 работы (1)), $\bar{\alpha}_k^{k+1}$ может изменяться и за счет утечек в другом эмиттере, если между этим эмиттером и коллектором либо нет других коллекторов, либо на них возможна инверсия. Это означает, что необходимую обратную связь для образования ОС можно реализовать и при помощи утечек в других переходах, что не следует по теории МТА. Математически это описывается рекуррентной формулой (8) работы (1), из которой видно, что $\bar{d}_{k+1}(\bar{d}_{k+1})$ можно существенно продолжать до тех пор, пока не встретится обратносмещенный р-п-переход с большим напряжением. Из вышесказанного следует, что при исследовании образования ОС на ВАХ коллекторов теорию МТА принципиально нельзя применять, если $\bar{d}_{k+1}(\bar{d}_{k+1})$ можно существенно продолжить. Как видно из (2) и (3), если в $(k-2)$ -м коллекторе происходила инверсия знака смещения, то

$$\bar{\gamma}_k^{k-1} > \bar{\gamma}_k^{k-1},$$

следовательно,



$$x_k^{k-1} > \bar{x}_k^{k-1}. \quad (10)$$

В (2) по теории МТА получено необходимое и достаточное условие для инверсии коллектора (вместо условия (4))

$$\bar{x}_k^{k+1} + \bar{x}_{k+2}^{k+1} > 1. \quad (11)$$

Так как

$$\beta_{k+1} + \beta_{k+2} > \bar{x}_k^{k+1} + \bar{x}_{k+2}^{k+1},$$

то вместо (11) можно взять неравенство

$$\beta_{k+1} + \beta_{k+2} > 1. \quad (12)$$

которое сразу следует из формулы (6) работы (1).

Однако легко убедиться в том, что если хотя бы в одном из $(k-1)$ -м или $(k+1)$ -м коллекторов происходила инверсия, то (4) можно выполнить и тогда, когда условие (12) не выполняется. Следовательно, неравенство (12) (тем более (11)) является только достаточным, но не необходимым условием для инверсии $(k+1)$ -го коллектора. Из этого можно заключить, что при применении теории МТА мы теряем полноту учета не только обратной связи и образования ОС на ВАХ, но и при решении вопроса инверсии знака напряжения на коллекторных переходах. Полный анализ явления инверсии приводится в следующей работе авторов, где показывается, что правую часть неравенства (12) при определенных условиях можно уменьшить на 30—40 процентов.

Очевидно, что вышеуказанное отклонение от теории МТА значительное для несимметрических структур, так как хотя бы для одного коллектора должно выполняться условие (12). Поэтому утверждение (4) о том, что инверсия знака напряжения во всех коллекторах должна отсутствовать, верно, так как в силу симметричности для всех коллекторов неравенство (12) нарушено (чтобы рекуррентные формулы для \tilde{d}_k и \bar{d}_k существенно начались из-за какого перехода, необходимо обеспечить этот переход малым напряжением, т. е. выполнить для него условие (12)).

Верным будет и результат статьи (3), если предполагать, что имеет место равенство

$$x_1^2 + x_2^2 = x_3^1 + x_5^1. \quad (13)$$

Тогда в обоих коллекторах одновременно происходит инверсия знака смещения. Но при нарушении (13) значение тока, при котором произойдет инверсия на коллекторах, будет отличаться от того значения, которое можно найти по теории МТА, если даже выполняются неравенства

$$\beta_2 + \beta_3 > 1, \quad \beta_4 + \beta_5 > 1.$$

В заключение заметим, что теория МТА верна для крайних транзисторов, следовательно, и для четырехслойных структур (см. например (6,6)). Она верна также для симметричных многослойных структур (4), когда невозможна инверсия ни в одном коллекторе, и для МСС с условием (для всех нечетных k)

$$a_k^{k+1} + a_{k+2}^{k+1} = a_{k+2}^{k+3} + a_{k+4}^{k+3}$$

(аналогичным для рассмотренной шестислойной структуры с (13)). При этом во всех коллекторах одновременно происходит инверсия. В остальных случаях теорию МТА нельзя применять.

Институт радиопизики и электроники
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ բրազիլց-անդամ Գ. Մ. ԱՎԱԳՅԱՆՅ. Է. Է. ԶԵՐԵՋՅԱՆ. Է. Ս. ՂԱՐԱՅԱՆ

Բազմատրանզիստորային անալոգիայի տեսության վերաբերյալ

Յույց է տրված, որ բնդհանուր դեպքում բազմաշերտ (ՀՇ) կիսահաղորդչային կառուցվածքների ստատիկ էլեկտրաֆիզիկական պարամետրերի հաշվման համար բազմատրանզիստորային անալոգիայի հիման վրա մշակված տեսությունը չի կարելի կիրառել: Բազմատրանզիստորային անալոգիայի (ԲՏԱ) հիման վրա մշակված տեսության կիրառումը որոշ դեպքերում բերում է կոլեկտորների վոլտ-ամպերային բնութագրերի վրա բացասական դիֆերենցիալ առաջացման համար հակադարձ կապի կորստի, նրանց խզման և լարման նշանի ինվերսիայի ոչ ճիշտ պայմանների: Ստացված են այն պայմանները, երբ կարելի է ԲՇ կառուցվածքների հետազոտման ժամանակ օգտվել ԲՏԱ տեսությամբ: Այդ տեսությունը պիտանի է, մասնավորապես, բառաշերտ և սիմետրիկ ԲՇ կառուցվածքների ուսումնասիրման համար:

ЛИТЕРАТУРА — ՎՐԱԿԱՆՆԵՐՅՈՒՆ

1 Г. М. Авакьянц, Г. С. Карян, А. А. Джереджян, Известия АН Арм. ССР, Физика, т. 8, в. 3 (1973). 2 Г. М. Авакьянц, Г. С. Карян, А. А. Джереджян, «Известия АН Арм. ССР», Физика, т. 7, (1972). 3 А. А. Лебедев, Физика электронно-дырочных переходов и полупроводниковых приборов, Изд. «Наука», стр. 291, Л., 1966. 4 В. И. Стафеев, ФТП, т. 5, 408 (1971). 5 В. А. Кузьмин, Тиристоры малой и средней мощности, Изд. «Советское радио», М., 1971. 6 Е. В. Лазарев, канд. диссертация.

УДК 539.213

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. П. Петросян, А. В. Джанбарянц, С. П. Петросян

Модель ионных переходов в неорганических стеклах

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. Г. Манвеляном 14/III 1974)

В основе модели активации носителей тока в стеклах лежит представление Френкеля (1) о жидком состоянии вещества. Согласно Френкелю возрастание объема при нагревании образца происходит за счет образования свободного пространства («дырки») между структурными элементами вещества. Переходный процесс возникает под действием флуктуации тепловой энергии при вытеснении вещества из участков, расположенных поблизости к данному иону, с освобождением для него свободного пространства и при захлопывании одной из близлежащих «дырок».

При охлаждении стекла до области переходного состояния распределение «дырок» в веществе меняется. Общий объем свободного пространства уменьшается, так как образец сжимается. Часть «дырок» при этом исчезает. Размеры оставшихся в образце «дырок» возрастают. Это объясняется тем, что из-за усиления межмолекулярных взаимодействий уменьшается также степень разрыхленности структуры образца. Ионы попадают в различные условия, создается спектр распределения ионов по временам их релаксации. Подобное распределение создается и с размерами «дырок», так как в образце создается сложная структура.

Условно назовем «дырки— z » свободный объем, вмещающий более одного иона, сохранив за понятием «дырки» части пространства, способной вмещать только один ион. Активация ионов в стекле возникает при вытеснении вещества в «дырки— z », восстановлении в отдельных участках распределения «дырок», соответствующих жидкому состоянию стекла и активации иона в одну из образовавшихся «дырок».

Если при данной температуре образца «дырки— z » вмещает z «дырок», тогда изменение общего числа соседних «дырок» $d(z-1)$ вокруг данной фиксированной «дырки» в «дырке— z » окажется пропорциональным изменению температуры dT и числу соседних «дырок» $(z-1)$

$$d(z-1) = -z(T)(z-1)dT, \quad (1)$$

где $z(T)$ — некоторый коэффициент пропорциональности, определяемой величиной энергии сил межмолекулярного взаимодействия и температурой образца. В области низких температур из-за возросшей вязкости образца изменение общего числа соседних «дырок» при повышении температуры на dT градусов окажется незаметным, а $z(T)$ должно стать исчезающе малым. В области высоких температур стекла эта величина принимает постоянное значение, так как размеры «дырок» жидкого состояния вещества почти не изменяются. Этим условиям удовлетворяет функция вида

$$z(T) = \frac{A \exp\left(\frac{T - T_0}{T^*}\right)}{1 + \exp\left(\frac{T - T_0}{T^*}\right)}, \quad (2)$$

где A , T_0 и T^* — некоторые постоянные. Решение уравнения (1) при условии (2) выражается соотношением:

$$z = 1 + \frac{C}{1 + \exp\left(\frac{T - T_0}{T^*}\right)}, \quad (3)$$

где C — постоянная интегрирования.

Если энергию дыркообразования в веществе обозначить через B , тогда $B(z-1)$ будет представлять собой полную энергию распределения объема «дырки — z » на «дырки». Общий вид энергии активации иона представляется соотношением:

$$G_0 = G_{0,p} + B(z-1) = G_{0,p} + \frac{G_{0,c} - G_{0,p}}{1 + \exp\left(\frac{T - T_0}{T^*}\right)}. \quad (4)$$

Здесь $G_{0,p}$ и $G_{0,c}$ показывают энергии активации иона в расплавленном и переохлажденном стеклообразном состояниях вещества. Произведение постоянных B и C выражается через $G_{0,c}$ потому, что для области низких температур энергия активации G_0 принимает постоянное значение $G_{0,c}$. Температура T_0 является точкой перегиба изменения энергии активации иона с температурой образца, выражаемая через температуры стеклования (T_c) и перехода в расплавленное состояние (T_p) соотношением:

$$T_0 = \frac{1}{2}(T_p + T_c). \quad (5)$$

Температура T^* оценивается по температурному коэффициенту энергии активации иона при температуре образца T_0 :

$$\left(\frac{\partial G_0}{\partial T}\right)_{T=T_0} = -\frac{G_{0,c} - G_{0,p}}{4T^*} = -\frac{G_{0,c} - G_{0,p}}{T_p - T_c}$$

или

$$T^* = \frac{1}{4} (T_p - T_c). \quad (6)$$

Оценка параметров энергии активации ионов в стекле позволит определить температурный ход удельного объемного сопротивления (ρ_v) стекла по формуле Френкеля:

$$\lg \rho_v = \lg \rho_0 + \frac{G_0 \lg e}{10^3 R} \cdot \frac{10^3}{T} \quad (7)$$

В последнем соотношении G_0 выражается в ккал/моль единицах.

По равенству (4) можно найти и величину энтропии активации иона в стекле:

$$\Delta_0 S = - \left(\frac{\partial G_0}{\partial T} \right)_v = \frac{(G_{0,c} - G_{0,p}) \exp \left(\frac{T - T_0}{T^*} \right)}{T^* \left[1 + \exp \left(\frac{T - T_0}{T^*} \right) \right]^2}, \quad (8)$$

а также и энтальпию активации

$$\Delta_0 H = G_0 + T \Delta_0 S. \quad (9)$$

Таблица 1

Электрические параметры стекла состава 18% K_2O и 82% SiO_2

Т-К	$\lg \rho_v$		G_0 ккал/моль	$\Delta_0 S$ ккал/м. г.	$\Delta_0 H$ ккал/моль
	экспериментальное	теоретическое			
473	7.20	7.27	17.25	0.33	17.41
573	5.90	5.84	17.16	0.41	17.39
673	4.95	4.88	17.04	2.26	18.39
773	4.14	4.04	16.68	4.80	20.55
873	3.35	3.27	16.00	8.74	23.86
973	2.50	2.57	15.07	10.70	25.48
1073	2.04	2.01	14.04	8.20	22.62
1173	1.72	1.77	13.40	4.40	17.09
1273	1.54	1.55	13.09	2.02	15.63
1373	1.42	1.35	12.96	0.80	14.06
1473	1.21	1.20	12.92	0.35	13.05
1573	1.08	1.08	12.89	0.12	13.05
1673	0.98	0.98	12.88	0.05	12.97

Проверка приведенных рассуждений с данными опыта для различных щелочных силикатных стекол (2) показала хорошее соответствие. В качестве иллюстрации в табл. 1 показаны данные для стекла состава 18% K_2O и 82% SiO_2 , для которого T_p и T_c оказались равными 900 и 490 °С, и $G_{0,c}$ и $G_{0,p}$ — 17,25 и 12,88 ккал/моль, а $\lg \rho_0 = -0,73$. Данные этой таблицы показывают, что расхождение между опытными и рассчитанными значениями $\lg \rho_v$ не превышает 10%.

Ереванский государственный университет

Անօրգանական ապակիներում իոնային անցումների մոդելը

Ֆրենկելի նյութերի հեղուկ վիճակի մոդելների հիման վրա մշակված է անօրգանական ապակիներում իոնային անցումների մոդելը: Ստացված բանաձևը բացատրում է անօրգանական ապակիների էլեկտրա-հաղորդակցության չերմաստիճանային կախվածության կորի տեսքը:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՔԻՅՈՒՆ

¹ Մ. Մ. Френкель, Кинетическая теория жидкостей, Изд. АН СССР, М.—Л., 1945. ² К. А. Костянц и Е. А. Ерэнкян, «Известия АН Арм. ССР» (хим. п.), 17, 6, 613 (1964).

УДК 547.253.3 + 547.281 + 547.288.2

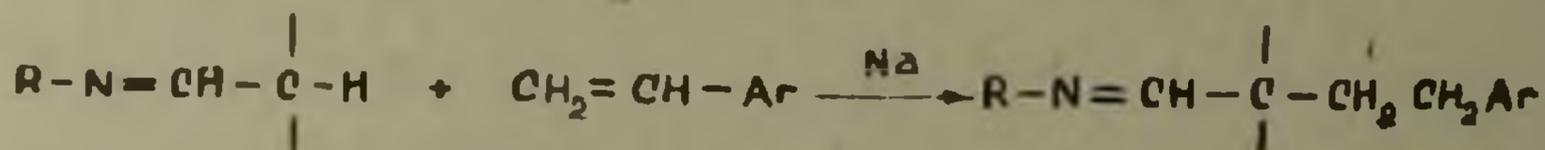
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. Т. Мартиросян, А. Ц. Казарян,
 Л. В. Асратян, С. О. Мисарян

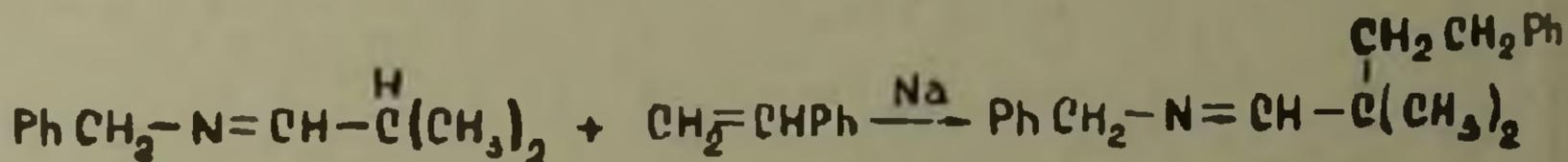
Новый путь образования замещенных пирролидинов

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Т. Бабаян 2/IV 1974)

Нами показано, что при взаимодействии N-алкил-альд- и кетиминов со стиролом, p-метилстиролом и изопреном в присутствии каталитических количеств металлического натрия имеет место гладкое C-алкилирование (¹⁻⁴).



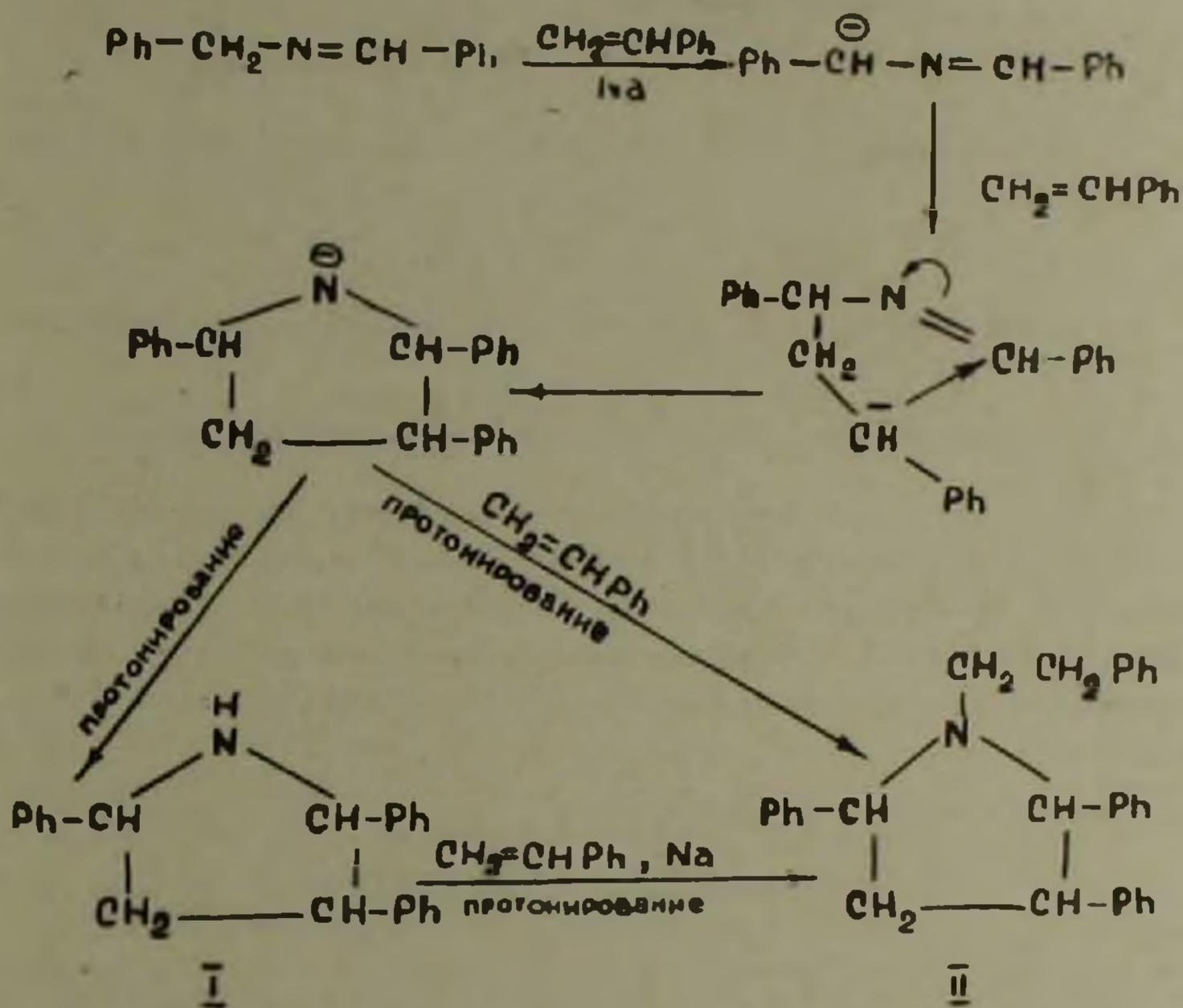
Аналогично этому при взаимодействии N-бензилизобутилиденамина со стиролом следовало ожидать образование нормального продукта C-алкилирования:



Однако в результате реакции была получена пестрая смесь продуктов, кипящая в интервале 163—290° (1 мм), кислотный гидролиз которой не приводит к ожидаемому альдегиду. С выходом не более 15% получается бензальдегид, что свидетельствует об имин-иминной изомеризации в ходе реакции. Основное количество продуктов под действием кислот не гидролизуется и после подщелочения возвращается обратно в неизменном виде. По данным ИК спектрального анализа в полученных продуктах отсутствуют полосы поглощения в области 1680 см⁻¹ характерные для C=N связи.

Образование бензальдегида и высококипящих веществ аминного характера дали нам основание предположить, что при взаимодействии N-бензилизобутилиденамина со стиролом имеют место реакции C-алкилирования, имин-иминной изомеризации, внутримолекулярного нуклеофильного присоединения и N-алкилирования в результате чего образуются производные пирролидина.

При правильности наших рассуждений следовало ожидать образование 2,3,5-трифенилпирролидина (I) и N-(3-фенилэтил)-2,3,5-трифенилпирролидина (II) при взаимодействии N-бензилбензальмина со стиролом:



И действительно, нами показано, что при 3-часовом нагревании бензольного раствора эквимолекулярной смеси N-бензилбензальмина и стирола с каталитическим количеством натрия (0,1 г на моль исходных) образуется I с выходом 83%. Т. пл. 70–72°C; найдено %: C—88,20; H—6,92; N—4,77; M по титрации—296. C₂₂H₂₁N. Вычислено: % C—88,29; H—7,02; N—4,68; M—299; R_f—0,92 эфир: бензол 1:11. В ИК спектре имеются полосы поглощения в области 3300 см⁻¹, характерные для NH связи.

При соотношении N-бензилбензальмина к стиролу 1:2 и 1:3 в этих же условиях с выходом до 86% был получен II. Т кип. 258° (1 мм), найдено %: C—89,69; H—7,34; N—3,34. C₃₀H₂₉N. Вычислено %: C—89,33; H—7,19; N—3,47; R_f—0,88 (эфир: бензол 1:12). Отдельным опытом показано, что при нагревании бензольного раствора I со стиролом в присутствии натрия с выходом 75% получается II. Как и следовало ожидать, взаимодействие I с изопреном в этих же условиях приводит к N-(3-метилбутен-2-ил)-2,3,5-трифенилпирролидину с выходом 78% (Т. кип. 218–223/1 мм, найдено %: C—87,86; H—8,11; N—3,07; C₂₇H₂₉N. Вычислено %: C—88,28; H—7,90; N—3,81).

УДК 551.211

ГЕОЛОГИЯ

Р. А. Мандалян, В. А. Агамалян

**О спилитах из верхнеюрских отложений северной части
 Армянской ССР**

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. С. Мкртчяном 14/XII 1973)

Наиболее характерной чертой геологического строения верхнеюрской (с нижним мелом) вулканогенно-карбонатной формации северной части Армянской ССР является тесная пространственная связь и чередование по разрезу карбонатных пород с лавово-пирокластическим материалом. Вулканические породы этой формации представлены миндалекаменными базальтами, андезито-базальтами, реже андезитами, слагающими потоки шарово-подушечного и массивного строения (1). Особо значительное скопление шарово-подушечных лав и пространственно связанных с ними образований (шарово-подушечных брекчий, гналокластитов) наблюдается в отложениях верхнего оксфорда-кимериджа междуречья рек Агстев, Ахум, Тавуш (Иджеванский синклинорий, Шамшадинский антиклинорий). Спилиты среди них встречены в нескольких пунктах: их много в бассейне р. Ахум и окрестностях с. Ицакар.

Мощность каждого потока спилитов составляет от 5—6 до 10—12 м, видимая протяженность до нескольких сот метров. Размеры шаров или подушек варьируют в пределах 0,25—1,3 м, преобладают величины 0,35—0,55 м (рис. 1).

Макроскопически спилиты представляют собой однородного строения миндалекаменную породу, без заметных порфировых включений. В ядре шара порода темно-серая со стальным блеском, по периферии она серовато-бурая с зеленым оттенком. Текстура массивная. Структура афирровая или спорадофирровая с апоинтерсертальной структурой основной массы (рис. 2). Ниже приводится средний количественно-минералогический состав спилитов по 5 образцам.

Плагиоклаз	41%
Псевдоморфозы хлорита по темноцветному минералу (пироксену?)	21%
Базис	12%
Миндалины	26%

Порода содержит редкие (не более 0,5%) удлиненные и изогнутые вкрапленники альбита размерами $5 \times 0,5$ мм. Основная масса состоит из хаотически расположенных микролитов альбита № 10 (угол угасания $010: Np = -10^\circ$ на срезе $\perp [100]$), размерами до $1 \times 0,05$ мм. Микролиты часто изогнуты и имеют характерные расщепленные концы, часто микролиты образуют снопы, состоящие из 3—4 кристаллов. Альбит содержит мельчайшие включения хлорита и рудных минералов.

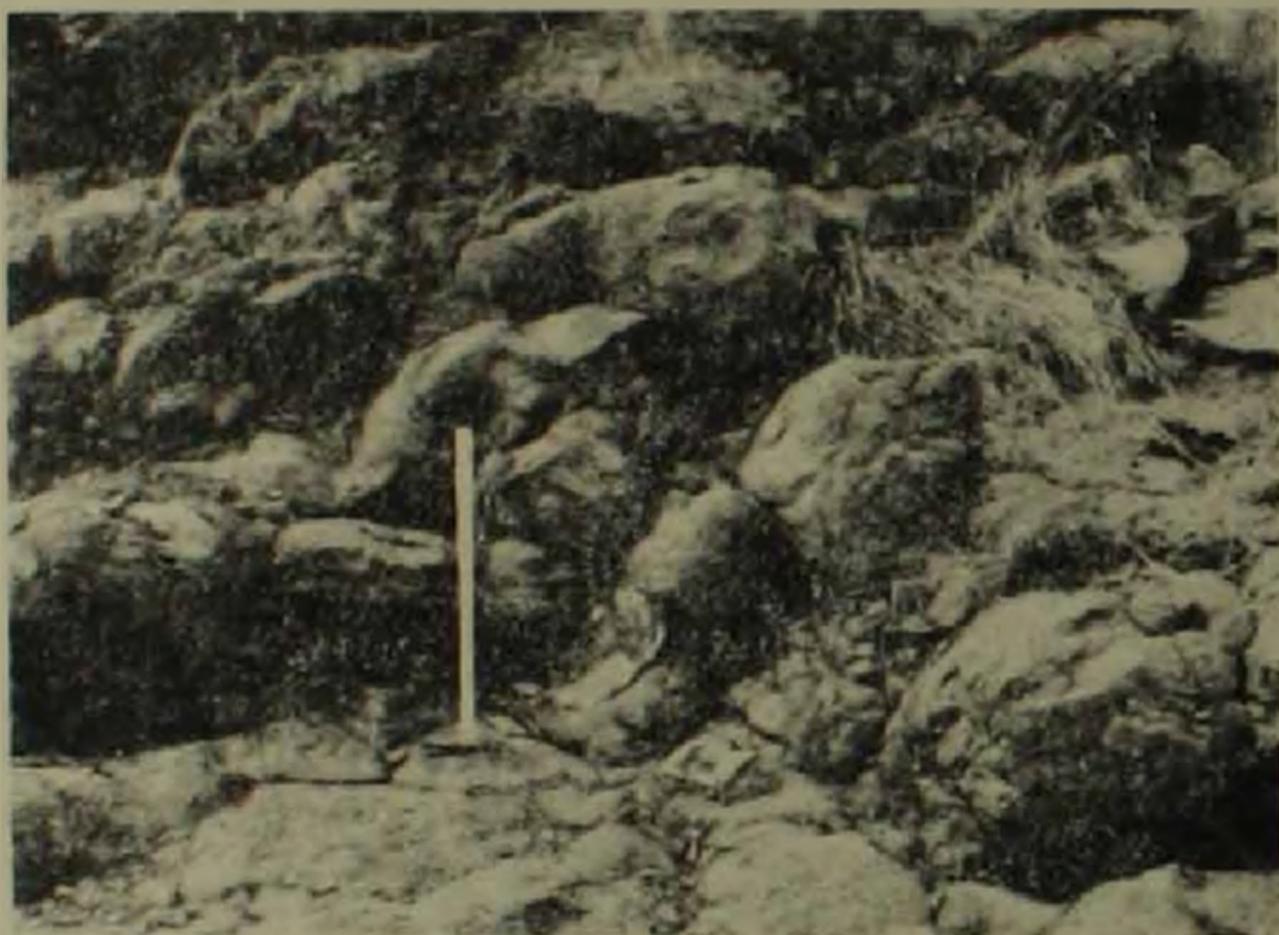


Рис. 1. Шарово-подушечное строение в потоке гнейсов



Рис. 2. Удлиненные микролиты альбита и тонкозернистой хлоритовой массе Шлиф Пик 1, Ув 40

По темноцветному минералу развиты тонкочешуйчатые псевдоморфозы хлорита, резко ксеноморфные по отношению к микролитам альбита.

Базис представлен микрокристаллической смесью лейкоксена, хлорита и рудного минерала, выполняющей угловатые интерстиции основной массы.

Различаются мидалины простого и сложного строения. Первые выполнены радиально-лучистым бледно-зеленым делесситом, реже пренитом или кальцитом. Сложные мидалины состоят из ядра, выполненного пумпеллитом или кальцитом и оболочки, представленной делесситом.

Таблица 1

Химический состав спилитов (идро шара)

Окисел	д-77	д-70	Окисел	д-77	д-70
SiO ₂	47.28	49.97	MgO	9.15	7.39
TiO ₂	0.83	0.96	CaO	5.17	4.34
Al ₂ O ₃	16.48	17.04	Na ₂ O	5.00	4.86
Fe ₂ O ₃	5.57	5.10	K ₂ O	сл.	0.95
FeO	3.74	3.52	п.п.п	5.95	4.12
MnO	0.04	0.06	H ₂ O	1.24	1.90
			Сумма	100.47	100.15

Числовые характеристики по А. Н. Заварицкому

№№ анализов	a	c	b	s	a'	f'	m'	c'	n	Q	a/c
д-77	11.4	5.8	25.8	57.0	—	34.0	62.7	3.3	100.0	-14.6	2.4
д-70	12.8	5.4	21.4	60.4	0.6	38.0	61.4	—	87.0	-10.2	2.4

По химическому составу изученные спилиты близки к среднему диабазу по Дэли, отличаясь от него повышенной натриевой щелочностью. Их состав является промежуточным в ряду анализов типичных спилитов, приведенным А. Н. Заварицким (2).

Из других особенностей описываемых спилитов весьма интересным представляется наблюдаемое в обнажении соотношение с карбонатным материалом. Последний часто присутствует в шарово-подушечных образованиях в виде пластообразных тел, отдельных кусков и бесформенных образований, а также в виде вогнутых дугообразных покрышек, плотно облегающих шар или подушку (рис. 3).

Изучение литологии подобных образований как и коренных разновидностей известняков, развитых в области распространения спилитов, указывает на условия морского мелководья (3). Однако, одно лишь это обстоятельство не позволяет полностью восстановить палеографические, в частности, батиметрические условия формирования спилитов, так как вышеприведенные соотношения скорее всего указывают на то, что спилиты являются продуктами излияния (или внедрения) в карбонатные илы и полузатвердевшие осадки. Можно предположить, что в данном случае проявления вулканической деятель-

ности имели место в претерпевающей диагенез толще карбонатных осадков и не достигали морской воды.

Своеобразие изученных пород заключается также в залегании внутри верхнеюрского—нижнемелового структурно-формационного комплекса, которым завершается раннегеосинклинальный этап развития региона*.



Рис. 3. Карбонатный материал (указан стрелками) в потоке сиплитов

С этой точки зрения изученные сиплиты отличаются от общеизвестных аналогов, образовавшихся в условиях больших (или значительных) глубин бассейна и характерных для ранних стадий развития геосинклинальных прогибов.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Բ. Ռ. ԻՍԱԿՅԱՆ, Վ. Ռ. ԱՎԻՍԿՅԱՆ

ՀՈՒՍԻՍԱՅԻՆ ՄԱՍԻ ՎԵՐԻՆ յՈՐՄԱՅԻ ԽՈՒՄԱԳՈՒՄՆԵՐՈՒՄ ԿԱՆԳԻՎՈՂ
ՍԱԽԻՐԻՏՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Վերին յորայի (ստորին կավճի հետ) հրաբխա-կարրոնատային ֆորմացիային պատկանող սախիրտներն ունեն ցայտուն արտահայտված գնդարարձանման կառուցվածք: Ըստ կտրվածքի և տարածականորեն սախիրտները

* Сиплиты занимают среднюю—верхнюю часть разреза вулканогенно-карбонатной формации. Выше залегают коралловые известняки, а затем вулканиты артаминской свиты, образовавшиеся в мелководной морской и субаэральной обстановке.

սերտորեն կապված են կրաքարային ապարների հետ: Իրանց փոխհարա-
բերությունների ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ սպիլիտները հանդի-
սանում են կարթունատային տիղմի, ինչպես նաև մասնակիորեն լիթիֆիկաց-
ված նստվածքների մեջ ներխուժած լավայի հաշվին առաջացած պրոդուկտ-
ներ:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Վ Ա Ն Ո Ւ Ք Յ ՈՒ Ն

1. P. A. Манделян, «Известия АН Арм. ССР», Науки о Земле, № 2 (1970). 2. А. И. Заварицкий, Изверженные горные породы, Изд. АН СССР, М., 1961. 3. P. A. Манделян, ДАН Арм. ССР, т. XLIX, № 5 (1969).

УДК 550.4 : 549.324.3

ГЕОХИМИЯ

Г. Б. Межлумян

**Об обнаружении кобальтоносных пиритов в железных рудах
 месторождения Цакери-дош**

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 14/II 1974)

При минералого-геохимических исследованиях на железорудных месторождениях и проявлениях Алавердского и Кохбского рудных районов Армянской ССР, нами в 1971 г. впервые в железных рудах месторождения Цакери-дош (Кохб) установлен кобальт-никеленосный пирит^{*}.

До наших исследований железные руды указанных рудных районов республики в отношении кобальтоносности и высокого содержания других ценных примесей специальному изучению не подвергались. Отметим, что небольшое содержание кобальта (по данным спектрального анализа) было отмечено И. Г. Магакьяном (1), при качественной характеристике железных руд месторождения Цакери-дош.

Месторождение Цакери-дош находится в 3 км к северо-западу от с. Кохб Ноемберянского административного района Армянской ССР и расположено к югу от вершины г. Вартигюх, на склоне водораздельного хребта между рр. Дебед и Кохб.

В геологическом отношении район месторождения сложен породами средне-верхнеюрской вулканогенной, вулканогенно-осадочной и осадочной толщ, которые представлены различными порфиритами, туфобрекчиями, туффитами, известковистыми песчаниками и известняками. Все эти породы прорваны Кохбской гранитоидной интрузией верхнеюрского-предконьякского возраста (2).

В составе Кохбской интрузии принимают участие главным образом диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, граниты и их промежуточные разновидности.

Оруденение в виде линзочек, гнезд, шлиров и жил (размерами от десятых долей сантиметра до нескольких метров) приурочено к раздробленным и трещиноватым участкам эпидотизированных порфиритов, их туфов и туфобрекчий в контакте с кристаллическими известняками

* В литературе кобальтоносные пириты принято называть также кобальтпиритом.

и известковистыми песчаниками. Рудоносный участок образует одну широкую зону (площадью 0,5—0,7×2 км), расположенную вдоль северного контакта интрузива.

На месторождении выделяются несколько типов железных руд, которые почти постоянно сопровождаются сульфидами (пирит, халькопирит).

На Цакери-дошском месторождении сульфидное оруденение имеет наложенный характер по отношению к окисным железным рудам. На месторождении главным и широко распространенным сульфидным минералом является пирит, который в железных рудах распределяется неравномерно в виде вкраплешников, прожилок, линзочек, гнезд и отдельных хорошо ограниченных кристаллов (рис. 1 и 2). В различных



Рис. 1. Пятнистые и цепочковидные выделения пирита (белый) среди сплошной мелкозернистой мушкетовитовой руды. Месторождение Цакери-дош. Полированный штуф, 2/3 нат. вел.



Рис. 2. Мушкетовит-пиритовая руда. Пирит—белые пятна. Текстура пятнистая. Месторождение Цакери-дош. Полированный штуф 1/2 нат. вел.

типах железных руд содержание пирита колеблется в широких пределах—от 3—4% до 17—19%, реже достигает 30—40% от общей массы руды. Выделяются четыре разновидности пирита, которые образовались в различные стадии минерализации.

Результаты химических (табл. 1) и полуколичественных спектральных (табл. 2) анализов показывают, что абсолютное содержание Co и Ni в пиритах, начиная от третьей стадии минерализации к четвертой, постепенно увеличивается и максимума значения достигает в позднюю сульфидную стадию минерализации. Как это видно из соотношения кобальта к никелю (Co: Ni), концентрация Co по сравнению с Ni в поздней (сульфидной) стадии гидротермального процесса происходит гораздо интенсивнее, чем в ранних стадиях, что можно объяснить большей подвижностью кобальта в гидротермальных и пневматолитовых условиях.

Отсутствие минералов Co в рудах Цакери-дошского месторождения позволяет предполагать, что этот элемент находится в виде изоморфной примеси в пирите или же образует субмикроскопические выделения.

Содержания Co и Ni в пиритах различных стадий минерализации месторождения Цакери-дош по данным химических и полуколичественных спектральных анализов приводятся ниже.

Таблица 1

Химические анализы пиритов

Характер и наименование проб	№№ проб	Содержание, %		
		Co	Ni	Co: Ni
Пириты гематитовой (третьей) стадии	554/68	0.01	0.002	5:1
	559/68	0.01	0.002	5:1
	560/68	0.02	0.004	5:1
Пириты мушкетеритовой (четвертой) стадии	558/68	0.03	0.005	6.0:1
	561/68	0.05	0.008	6.2:1
	562/68	0.06	0.008	7.5:1
Пириты сульфидной (пятой) стадии	567/68	0.28	0.022	12.5:1
	566/68	0.49	0.020	24.5:1
	566 ⁿ /68	0.89	0.020	44.5:1
	567 ⁿ /68	1.10	0.016	68.7:1

Химические и полуколичественные спектральные анализы выполнены в соответствующих лабораториях ИГН АН Арм. ССР.

Таким образом установление высоких содержаний Co и Ni в рудах Цакери-доша позволяет среди железорудных месторождений Армянской ССР выделить новый—кобальт-никеленосный тип оруденения железа.

Главным носителем—концентратором Co и Ni является пирит, так

Полуколичественные спектральные анализы пиритов

Элементы	№№ проб	Содержание, %		
		Co	Ni	Cu
Пириты из гематитовой (третьей) стадии	15"/64	0.006	0.001	0.08
	19"/64	0.04	0.004	0.06
	17"/64	0.04	0.006	0.08
	20"/64	0.04	0.006	0.02
Пириты из мушкетеровитовой (четвертой) стадии	590"/68	0.1	0.01	0.02
	561"/68	0.1	0.01	0.03
Пириты из сульфидной (пятой) стадии	16"/64	0.3—1.0	0.02	0.08
	567"/68	0.3—1.0	0.02	0.01
	576"/68	1.0	0.02	0.1—0.3
	566"/68	1.0	0.02	0.01

называемый кобальтпирит, в котором эти элементы находятся в виде изоморфной примеси.

Наблюдается прямая корреляционная зависимость между количеством пирита и содержанием кобальта (а также никеля) в железных рудах рассматриваемого месторождения, т. е. с увеличением количества пирита в них повышается содержание указанных элементов. Эта закономерность свидетельствует о существовании родственной геохимической связи между Co, Ni, Fe, S в высоко-среднетемпературных гидротермальных условиях.

Руды месторождения Цакери-дош можно рассматривать как комплексное сырье для получения не только Fe, но Co и Ni, что значительно повышает промышленную ценность руд месторождения.

В отношении промышленных концентраций Fe, Co, Ni и других элементов перспективы месторождения Цакери-дош далеко не выяснены. Анализ геолого-генетических особенностей, а также комплексный характер руд в совокупности говорят в пользу перспектив и целесообразности более детального изучения Цакери-дошского месторождения.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Կ. Ր. ՄԵՄՈՒՄՅԱՆ

Ծակերի դոշ հանքավայրի երկաթի հանքանյութերում կորայտաբեր պիրիտների հայտնաբերման մասին

Աշավերգու և Կողրի հանքային շրջանների երկաթի հանքանյութերի միներալոգիա-գեոքիմիական ուսումնասիրության ժամանակ 1971 թ. հեղինակի կողմից առաջին անգամ Ծակերի դոշ հանքավայրի երկաթի հանքանյութերում

հայտնաբերվել են կորալախի և նիկելի բարձր պարունակություն ունեցող պիրիտներ:

Ոսկերի զոչ հանքավայրում կորալախի (0,01—1,1%) և նիկելի (0,005—0,2%) բարձր պարունակությունների հայտնաբերման փաստը թույլ է տալիս Հայկական ՍՍՀ Երկաթի հանքավայրերում առանձնացնել Երկաթի նոր կորալա-նիկելաբեր հանքայնացման տիպ: Ուսումնասիրությունների նախնական արդյունքները ցույց են տվել, որ պիրիտներում կորալախ և նիկելը գտնվում են իզոմորֆ խառնուրդների ձևով, որոնց կարելի է հեշտությամբ կորզել Երկաթի հանքանյութերի արդյունաբերական մշակմանը հույսը նվազ: Այս իմաստով հետաքրքիր և նույնատակահարմար է կատարել Հայաստանի Երկաթի հանքանյութերի միներալոգիան կազմում Եղած պիրիտների միներալոգիական և զեոքիմիական մանրամասն ուսումնասիրություններ:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Կ Ր Կ Կ Ե Ն Ո Ւ Թ Յ ՈՒ Ն

- ¹ Խ. Բ. Մարախյան, «Известия АН Арм. ССР», физ.-мат., естеств. и техн. науки, №1, (1947) ² Գ. Ա. Կումայան, «Известия АН Арм. ССР», Науки о Земле, т. XIX, № 5, (1966).

УДК 591.1.05

БИОХИМИЯ

Ж. С. Геворкян, А. С. Оганесян

К вопросу деаминирования орнитина в корковом слое почек белых крыс

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. Х. Бунтяном 21/XII 1973)

Исследования, проведенные нами за последние годы, показали, что в интактных клетках коркового слоя почек белых крыс ряд аминокислот подвергается интенсивному деаминированию. Среди всех аминокислот наибольшая продукция аммиака наблюдается из глутаминовой, аспарагиновой кислот и, особенно, из орнитина (¹).

В других тканях, в отличие от почек, деаминирование аминокислот или отсутствует, или же протекает в незначительной степени. Результаты предварительных исследований позволили заключить, что в коре почек деаминирование отдельных аминокислот, в частности, глутаминовой, аспарагиновой кислот и орнитина осуществляется различными ферментными системами.

Для выяснения некоторых сторон этого вопроса, нами был проведен ряд исследований в различных условиях и в присутствии некоторых ингибиторов.

Опыты проводились со срезами коркового слоя почек (по 200 мг). Инкубацию проводили в Кребс-Рингер-бикарбонатном буфере, в аэробных условиях (O_2 —95%, CO_2 —5%), в течение одного часа, при $t = -37^\circ C$. Аминокислоты добавляли по 16 мкмоль на каждую пробу. Количества остальных добавленных веществ указаны в таблицах.

Как показывают результаты исследований (табл. 1), глутаминовая и аспарагиновая кислоты, а также орнитин в срезах коркового слоя почек продуцируют большое количество свободного аммиака, причем из аспарагиновой кислоты и орнитина образуется почти два раза больше аммиака чем из глутаминовой кислоты. При комбинации орнитина с глутаминовой или аспарагиновой кислотами уровень продуцированного аммиака составляет почти сумму содержания образовавшегося аммиака, которое наблюдалось при добавлении аминокислот в отдельности. Это показывает, что орнитин деаминируется отдельным ферментом, независимо от процессов деаминирования глутаминовой и аспарагиновой кислот.

Образование аммиака из L-аминокислот срезами почек
Средние данные из 8 опытов

Условия опыта	Прирост аммиака (мкмоль/г ткани/час)
Глютаминовая кислота	6.2 ± 0.7
Аспарагиновая кислота	10.9 ± 1.2
Орнитин	12.4 ± 1.0
Орнитин+глютаминовая кислота	18.1 ± 1.8
Орнитин+аспарагиновая кислота	21.8 ± 2.1

Влияние α-КГЛ и ЩУК на образование аммиака из L-аминокислот

Аминокислоты	Количество образовавшегося аммиака (мкмоль/г ткани/час)		
	контроль	при добавлении	
		α-КГЛ	ЩУК
Глютаминовая кислота	6.1 ± 0.8	2.4 ± 0.2	4.8 ± 0.7
Аспарагиновая кислота	10.6 ± 1.1	3.3 ± 0.5	5.7 ± 0.8
Орнитин	11.5 ± 1.6	10.9 ± 1.4	10.8 ± 1.5

Примечание: на каждую пробу добавляли α-КГЛ—10 мкмоль, ЩУК—10 мкмоль.

Влияние малоната (10 мМ) на образование аммиака (мкмоль/г ткани/час)
из L-аминокислот

Аминокислоты	Контроль	Малонат
Глютаминовая кислота	6.6 ± 0.8	4.2 ± 0.6
Аспарагиновая кислота	10.2 ± 1.0	4.7 ± 0.7
Орнитин	12.8 ± 0.65	11.7 ± 0.7

Наши исследования (табл. 2) показали, что α-КГЛ и ЩУК, как продукты деаминации L-глютаминовой и L-аспарагиновой кислот в незначительных концентрациях подавляют образование аммиака из этих аминокислот, однако этого эффекта не наблюдается в отношении орнитина.

Как видно из табл. 3, малонат в значительной мере подавляет образование аммиака из глютаминовой и аспарагиновой кислот, не оказывая заметного действия на деаминацию орнитина. По-видимому, малонат путем подавления активности сукциндегидрогеназы блокирует некоторые звенья процессов лимоннокислого цикла, в результате чего наблюдается накопление α-КГЛ в клетках, который, как уже было указано выше, подавляет в значительной степени деаминацию глютаминовой и аспарагиновой кислот, не оказывая особого влияния

Таблица 7

Влияние разбавления сыворотки крови на образование аммиака
из L-аминокислот (мкмоль/г ткани/час)
Средние данные из шести опытов

Название аминокислот	Контроль	Степень разбавления сыворотки крови							Неразбав- ленная сыворотка
		40 раз	20 раз	10 раз	6.6 раза	5 раз	4 раза	2 раза	
Глютаминовая кислота	6.0±0.5	4.5 ±0.5	3.2±0.5	2.5±0.5	2.0±0.3	1.0±0.3	0.75±0.1	0.65±0.1	0.65±0.1
Аспарагиновая кислота	10.5±0.5	9.5 ±0.8	8.0±1.0	6.5±1.2	5.8±0.5	4.5±0.5	3.8 ±0.5	4.0 ±0.1	1.5 ±0.15
Орнитин	11.0±1.0	10.75±1.0	11.0±1.2	10.0±0.7	8.0±1.2	7.5±1.5	7.2 ±1.0	6.0 ±1.0	5.5 ±0.7

Образование аммиака из L-аминокислот в присутствии гуанозинтрифосфата

Условия опыта	Количество образовавшегося аммиака
Глютаминовая кислота	6.3 ± 0.8
Аспарагиновая кислота	10.9 ± 1.2
Орнитин	13.6 ± 1.5
Глютаминовая кислота + ГТФ	3.3 ± 0.95
Аспарагиновая кислота + ГТФ	10.0 ± 0.9
Орнитин + ГТФ	12.6 ± 1.3

Образование аммиака из L-аминокислот в срезах коркового слоя почек белых крыс в различные периоды пре- и постнатальной жизни

Возраст подопытных животных	Глютаминовая кислота	Аспарагиновая кислота	Орнитин
Эмбрионы (последние дни беременности)	0	1.7 ± 0.2	0
Новорожденные	0	4.74 ± 0.65	0
12-дневные	0	8.0 ± 1.28	3.1 ± 0.5
16-дневные	1.5 ± 0.21	8.6 ± 0.97	4.2 ± 0.83

на продукцию аммиака из орнитина. После деаминирования аспарагиновой кислоты, образовавшаяся ЩУК, а также образовавшаяся из нее α -КГЛ могут быть причиной подавления аммиакообразования из аспарагиновой кислоты в присутствии малоната.

За последние годы в нашей лаборатории было показано наличие в сыворотке крови, а также в печеночной и почечной тканях, определенного вещества, оказывающего регулирующее действие на процессы деаминирования аминокислот в почках (возможно и в других органах). Результаты исследований показали, что по сравнению с орнитинем, процессы деаминирования глютаминовой и аспарагиновой кислот намного чувствительны к этому фактору. Как видно из табл. 4, даже при разбавлении сыворотки крови в 40 раз, отмечается определенное подавление продукции аммиака из глютаминовой и аспарагиновой кислот, в то время, как ингибирующее действие в отношении деаминирования орнитина проявляется, начиная с разбавления сыворотки в 6,6 раза.

Одним из известных ингибиторов глютаматдегидрогеназы является гуанозинтрифосфат (ГТФ). Результаты исследований (табл. 5) показывают, что ГТФ в значительной степени подавляет деаминирование глютаминовой кислоты, не оказывает особого влияния на продукцию аммиака из L-аспарагиновой кислоты и L-орнитина.

В другой серии опытов было показано, что процессы деаминирования отдельных аминокислот неодинаково чувствительны к изменению температуры инкубируемой среды. При повышении температуры до

15°C значительно возрастает продукция аммиака из орнитина и глутаминовой кислоты, при этом деаминирование аспарагиновой кислоты резко подавляется. Опыты по кинетике процессов деаминирования аминокислот, показали, что при инкубации срезов почек с аминокислотами раньше всего аммиак образуется из аспарагиновой кислоты и орнитина (на 3-ей минуте), между тем, как продукция аммиака из глутаминовой кислоты проявляется сравнительно позже (на 10-ой минуте). Было установлено также, что при диализе срезов почек (10 часов) резко страдает процесс деаминирования аспарагиновой кислоты (на 92%), в то время, как процессы деаминирования глутаминовой кислоты и орнитина подавляются в меньшей степени (59 и 40% соответственно).

Результаты проведенных нами исследований дают основание заключить, что эти три аминокислоты в корковом слое почек подвергаются деаминированию не единой системой, а отдельными ферментными системами. Приведенные выше данные показывают, что процесс деаминирования орнитина во многом отличается от такового глутаминовой и аспарагиновой кислот. Одно то обстоятельство, что из орнитина получается значительно больше аммиака, чем из глутаминовой кислоты, говорит в пользу существования отдельной ферментной системы, осуществляющей деаминирование этой аминокислоты (орнитина). При добавлении к срезам почек глутаминовой кислоты в двухкратном размере по сравнению с орнитином (в молярном отношении) выход аммиака значительно меньше, чем из орнитина. С другой стороны α -КГЛ в незначительной концентрации подавляет деаминирование глутаминовой и аспарагиновой кислот и не оказывает влияния на продукцию аммиака из орнитина. Если деаминирование орнитина протекало путем его предварительного превращения в глутаминовую кислоту, то в присутствии добавленного КГЛ должно было иметь место ускорение продукции аммиака из орнитина, чего не наблюдалось в наших опытах. При совместном добавлении к срезам почек орнитина с глутаминовой или аспарагиновой кислотами наблюдается суммирование эффектов деаминирования. Это показывает, что деаминирование добавленных аминокислот осуществляется отдельными ферментами. Об этом свидетельствуют также результаты опытов, проведенных в возрастном аспекте (табл. 6). Деаминирование орнитина в почечной ткани проявляется раньше (12-ый день постнатальной жизни), чем дегидрогеназа глутаминовой кислоты (16-ый день). Было также установлено, что аспарагиновая кислота подвергается деаминированию как почками плода, так и новорожденных крыс, а орнитин и глутаминовая кислота у этих не служат источником аммиака (2).

Исследования проведенные в нашей лаборатории Л. А. Арутюнян показали, что в почках 6—7 дневных цыплят деаминирование упомянутых аминокислот протекает весьма интенсивно, у взрослых кур деаминирование глутаминовой и аспарагиновой кислот значительно понижается, между тем, как деаминирование орнитина почти не изменяется.

С другой стороны, при инкубации аммиак из орнитина образуется раньше, чем из глютаминовой кислоты. Следует отметить также, что в опытах с орнитином нам не удалось выявить наличие семиальдегид глютаминовой кислоты, что является промежуточным продуктом превращения орнитина в глютаминовую кислоту.

Результаты опытов, с применением сыворотки крови, также свидетельствуют об отличии процессов деаминирования орнитина от глютаминовой и аспарагиновой кислот. В присутствии сыворотки крови деаминирование глютаминовой и аспарагиновой кислот подавляется в большей степени, чем деаминирование орнитина.

Следует также отметить, что ГТФ не оказывает особого влияния на продукцию аммиака из орнитина.

И так, наши исследования показывают, что в почечной ткани L-орнитин подвергается интенсивному деаминированию отдельным ферментом (или системой ферментов), независимо от глютаматдегидрогеназы, при этом из одной молекулы орнитина образуется больше одной молекулы аммиака. Это показывает, что обе аминокислоты этой аминокислоты вовлекаются в процесс деаминирования. Отсюда возникает вопрос последовательности вовлечения этих аминокислот в процессе деаминирования. Не исключена возможность образования из орнитина промежуточного продукта α -кето- ω -аминовалериановой кислоты, деаминирование которого может протекать отдельным ферментом. У микроорганизмов орнитин подвергается деаминированию особым ферментом—орнитин-циклазой, под действием которой ω -аминогруппа орнитина подвергается деаминированию, с образованием аммиака и путем циклизации формируется пролин (³). Однако, как показали наши исследования, в почечной ткани выход аммиака из пролина небольшой.

Для выяснения механизма деаминирования орнитина необходимы дальнейшие исследования. Орнитин в значительной степени стимулирует дыхание почечной ткани, поэтому надо полагать, что углеродный остов этой аминокислоты подвергается окислению. Исследования по изолированию активного ферментного препарата, оказывающего действия на орнитин, пока не увенчались успехом. Следует отметить, что при нарушении целостности почечной клетки процессы деаминирования орнитина (а также глютаминовой и аспарагиновой кислот) резко угнетаются. По-видимому, процессы деаминирования аминокислот связаны с активным мембранным транспортом, который в настоящее время изучается нами.

Институт биохимии
Академии наук Армянской ССР

Սպիտակ առնետների երիկամների կեղևային շերտում օրնիտինի դեամինացման հարցի շուրջը

Փորձերը դրվել են սպիտակ առնետների երիկամների կեղևային շերտի կտրվածքների վրա: Ստացված տվյալները ցույց են տվել, որ այդ հյուսվածքներում օրնիտինը բավական բարձր ինտենսիվությամբ ենթարկվում է դեամինացման: Ամինաթթուների մեջ ամենից շատ ամիակ ստացվում է օրնիտինից:

Որոշ հեղինակներ ենթադրում էին, որ օրնիտինը 2-կետոգլյուտարաթթվի հետ տրանսամինացման ճանապարհով նախօրոք վեր է ածվում գլյուտամինաթթվի, որն իր հերթին դեամինացման է ենթարկվում գլյուտամինաթթվի դեհիդրոգենազայի օգնությամբ: Բայց մեր կողմից տարբեր պայմաններում և մի շարք ինհիբիտորների ներկայությամբ դրված փորձերի արդյունքները ցույց են տվել, որ օրնիտինը դեամինացվում է առանձին ֆերմենտով, անկախ գլյուտամինաթթուի և ասպարագինաթթուի դեամինացնող սիստեմներից: Հնարավոր է, որ այդ ամինաթթվի դեամինացման պրոցեսներին մասնակցում են ոչ թե մեկ, այլ մի քանի ֆերմենտներ:

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Г. Х. Бунятян, А. С. Оганесян и Ж. С. Геворкян, ДАН СССР, 177, 951 (1967).
² Г. Х. Бунятян, А. С. Оганесян, Ж. С. Геворкян и К. А. Чобинян, ДАН Арм. ССР, Т. 47, №1, 31 (1968).
³ R. N. Costilow, L. Luvcock, J. Biol. chem. 246, 6655 (1971)

УДК 577.17

БИОХИМИЯ

Член-корреспондент АН Армянской ССР А. А. Галоян,
Р. О. Карапетян, В. С. Сафарян

**Влияние тиреотропин рилизинг гормона (ТРГ) на
окислительное фосфорилирование в митохондриях сердца,
гипоталамуса, почек и печени**

(Представлено 11/III 1974)

В настоящее время хорошо установлено наличие специфических хемомедиаторов в гипоталамусе, стимулирующих выделение (вероятно и синтез) тропных гормонов аденогипофиза.

Эта группа гормонов носит название рилизинг гормонов (РГ) (1,2). В лаборатории Р. Гиймена впервые была раскрыта химическая структура тиреотропин рилизинг гормона (ТРГ), который оказался пироглутамил-гистидин-проламидом (3,4).

Расшифрованы также молекулярные структуры гормона, стимулирующего выделение лютеинизирующего гормона из аденогипофиза в кровь (ЛРГ) (5) и соматостатина, гормона, ингибирующего выделение гормона роста (7). До настоящего времени принято считать, что РГ поступают и действуют только на аденогипофиз.

Нами накоплены данные, свидетельствующие о том, что рилизинг гормоны могут оказывать также прямое влияние на висцеральные функции и даже на периферические эндокринные железы.

В настоящей работе приводятся данные о влиянии ТРГ на окислительное фосфорилирование митохондрий ряда органов как после внутривенного введения, так и при прямом воздействии.

Опыты ставили на 72 кроликах. ТРГ растворяли в физиологическом растворе и 0,5 мл (1 мкг ТРГ на 1 кг веса) вводили в ушную вену (без наркоза). Через 20 мин после введения ТРГ животных обезглавливали и быстро отделяли сердце, печень, почки, гипоталамическую часть мозга и изучали окислительное фосфорилирование в митохондриях этих тканей. Изучали также действие ТРГ на окислительное фосфорилирование митохондрий вышеуказанных органов *in vitro*. В этом случае ТРГ добавляли на каждую пробу в дозе 0,1 мкг. В контрольных опытах вместо ТРГ вводили или добавляли к пробам тот же объем физиологического раствора. Окислительное фосфорилирование митохондрий сердца и других органов изучали методами, описанными Севериным и соавторами (6), Скулачевым (7).

Сердце перфузировали охлажденным 0,15 М КСI. Исследуемые органы измельчали и гомогенизировали в 9 объемах 0,25 М сахарозы с ЭДТА в холодных условиях. рН среды доводили 2н. КОН до 7,4. Инкубацию митохондриальной суспензии проводили в сосудиках Варбурга при 26-30 мин. Газовая фаза-воздух.

Инкубационная среда была следующего состава: для сердца— (1,2 мл) входили (в мкмольях) K_2HPO_4 —20 $MgCl$ —10, КСI—100, 10 мкМ субстрата дыхания (сукцинат или α -кетоглутарат), АТФ—1 (фирмы «Реанал»), глюкоза 150, гексокиназа—2 мг. Митохондрии различных органов изолировали по схеме (табл. 1).

Таблица 1

Схема дифференциального центрифугирования

	Ядра и цитоплазматические обломки		Митохондрии	
	Xg	мин	Xg	мин
Гипоталамус	800	12	15000	15 (10)
Печень	700	10	9000	10 (9)
Сердце	1000	5	8000	7 (8)
Почки	700	10	9000	10 (9)

Митохондрии почек в тех же экспериментальных условиях, что и из печени.

Для мозга, печени и почек— (2,2 мл) входили (в мкмольях) субстрат окисления—50 (сукцинат или α -кетоглутарат), K_2HPO_4 —40, КСI—100, $MgCl_2$ —10, глюкоза—150, АТФ—3 (Реанал) и 0,75 мг кристаллической гексокиназы (Sigma).

По окончании инкубации реакцию останавливали добавлением 6 мл 5% ТХУ на холоду.

Количество эстерифицированного фосфата устанавливали по разности в содержании фосфата в пробах до и после инкубации. Фосфор определяли по методу Лоури и Лопез—1946⁽¹¹⁾. Все полученные данные рассчитаны на 1 мг белка. Белок определяли методом Лоури⁽¹²⁾.

Как видно из табл. 2 при внутривенном введении ТРГ заметно усиливается окислительное фосфорилирование в митохондриях сердца, когда субстратом окисления является сукцинат. При этом поглощение кислорода повышается на 83,76%, а эстерификация фосфата на 142,16%, в результате чего Р/О увеличивается на 29,2% по сравнению с контролем.

При использовании в качестве субстрата окисления α -кетоглутарата интенсивность поглощения кислорода повышается на 96,32%, при этом эстерификация фосфата повышается в меньшей степени (49,08%), вследствие этого Р/О понижается на 23,8%. Известно, что ТРГ в конечном итоге приводит к увеличению количества тироксина в крови, последний разобщает окислительное фосфорилирование⁽¹³⁾. В связи

Таблица 2

Влияние тиреотропного релизинг гормона на окислительное фосфорилирование
в митохондриях сердца кролика (О и Р в мкатамах/мг белка $M \pm m$)

	Н о р м а			Внутривенное введение ТРГ			Прямое влияние ТРГ		
	О	Р	Р/О	О	Р	Р/О	О	Р	Р/О
Субстраты окисления									
Сукцинат	3.14 ± 0.19 (6)	5.17 ± 0.29 (6)	1.68 ± 0.09 (6)	5.77 ± 0.78 (6) $p < 0.02$	12.52 ± 1.76 (6) $p < 0.001$	2.17 ± 0.06 (6) $p < 0.01$	8.91 ± 1.14 (6) $p < 0.001$	20.81 ± 1.73 (6) $p > 0.001$	2.34 ± 0.21 (6) $p < 0.02$
α -кетоглутарат	3.8 ± 0.22 (6)	11.96 ± 0.71 (6)	3.15 ± 0.07 (6)	7.46 ± 0.98 (6) $p < 0.01$	17.83 ± 1.64 (6) $p < 0.02$	2.40 ± 0.18 (6) $p < 0.01$	11.56 ± 1.42 (6) $p < 0.001$	23.52 ± 3.0 (6) $p < 0.01$	2.03 ± 0.27 (6) $p < 0.2$

Таблица 3

Влияние тиреотропного релизинг гормона на окислительное фосфорилирование
в митохондриях гипоталамуса кролика (О и Р в мкатамах/мг белка, $M \pm m$)

	Н о р м а			Внутривенное введение ТРГ			Прямое влияние ТРГ		
	О	Р	Р/О	О	Р	Р/О	О	Р	Р/О
Субстраты окисления									
Сукцинат	2.6 ± 0.19 (6)	4.96 ± 0.41 (6)	1.95 ± 0.09 (6)	4.95 ± 0.7 (6) $p < 0.02$	12.26 ± 2.35 (6) $p < 0.02$	2.47 ± 0.24 (6) $p < 0.05$	5.77 ± 0.79 (6) $p < 0.01$	15.09 ± 1.61 (6) $p < 0.001$	2.8 ± 0.19 (6) $p < 0.001$
α -кетоглутарат	3.35 ± 0.26 (6)	10.68 ± 0.7 (6)	3.19 ± 0.08 (6)	6.98 ± 1.07 (6) $p < 0.02$	21.04 ± 1.83 (6) $p < 0.001$	3.02 ± 0.22 (6) $p < 0.02$	10.21 ± 0.04 (6) $p < 0.001$	29.45 ± 0.87 (6) $p > 0.001$	2.9 ± 0.33 (6) $p < 0.2$

Влияние тиреотропного релизинг гормона на окислительное фосфорилирование в митохондриях почек кролика (О и Р в мкатах/мг белка, $M \pm m$)

	Н о р м а			Внутривенное введение ТРГ*			Прямое влияние ТРГ		
	О	Р	Р/О	О	Р	Р/О	О	Р	Р/О
Субстраты окисления									
Сукцинат	3.65 ± 0.25 (6)	6.09 ± 0.31 (6)	1.67 ± 0.09 (6)	4.61 ± 0.45 (6) $p < 0.1$	11.12 ± 1.11 (6) $p < 0.001$	2.41 ± 0.1 (6) $p < 0.001$	7.76 ± 0.28 (6) $p < 0.001$	15.31 ± 0.92 (6) $p < 0.001$	1.98 ± 0.13 (6) $p < 0.1$
α -кетоглутарат	4.5 ± 0.3 (6)	13.66 ± 0.61 (6)	3.04 ± 0.13 (6)	6.52 ± 0.11 (6) $p < 0.001$	20.84 ± 1.06 (6) $p > 0.001$	3.2 ± 0.13 (6) $p < 0.2$	11.56 ± 1.15 (6) $p < 0.001$	27.09 ± 1.24 (6) $p > 0.001$	2.35 ± 0.16 (6) $p < 0.02$

Таблица 5

Влияние тиреотропного релизинг гормона на окислительное фосфорилирование в митохондриях печени кролика (О и Р в мкатах $M \pm m$)

	Н о р м а			Внутривенное введение ТРГ*			Прямое влияние ТРГ		
	О	Р	Р/О	О	Р	Р/О	О	Р	Р/О
Субстраты окисления									
Сукцинат	3.74 ± 0.35 (6)	5.74 ± 0.16 (6)	1.54 ± 0.05 (6)	4.26 ± 0.32 (6) $p < 0.2$	9.14 ± 0.38 (6) $p < 0.001$	2.15 ± 0.22 (6) $p < 0.02$	7.53 ± 0.29 (6) $p > 0.001$	14.51 ± 0.45 (6) $p > 0.001$	1.93 ± 0.06 (6) $p < 0.001$
α -кетоглутарат	4.6 ± 0.23 (6)	13.86 ± 0.83 (6)	3.1 ± 0.14 (6)	5.86 ± 0.37 (6) $p > 0.05$	17.33 ± 0.64 (6) $p < 0.02$	3.0 ± 0.21 (6) $p < 0.5$	12.51 ± 0.18 (6) $p > 0.001$	27.56 ± 0.85 (6) $p > 0.001$	2.2 ± 0.05 (6) $p < 0.001$

с этим важно было изучить прямое влияние ТРГ на поглощение кислорода и эстерификацию фосфата в митохондриях вышеуказанных органов. При добавлении ТРГ к митохондриям сердца, когда в качестве субстрата окисления служит сукцинат, количество поглощаемого кислорода возрастает в значительной степени (183,76%), заслуживает внимания более интенсивное сопряжение фосфорилирования (303%) Р/О соответственно повышается на 39,2%. α -кетоглутарат стимулирует поглощение кислорода митохондриями сердца примерно в 3 раза, однако при этом эстерификация фосфата повышается почти в 2 раза. За счет более интенсивного поглощения кислорода Р/О заметно понижается (35,55%), т. е. отмечается такая же закономерность, что и в опытах *in vivo*.

Исследования, проведенные на митохондриях гипоталамуса (табл. 3) показали, что после введения кроликам ТРГ при использовании в качестве субстрата окисления сукцината значительно повышается поглощение кислорода и наряду с этим эстерификация фосфата, в результате чего Р/О заметно повышается.

Такая же закономерность отмечается при прямом воздействии ТРГ на митохондрии гипоталамуса. Что касается α -кетоглутарата, то в контрольных опытах как и следовало ожидать, он заметно повышает поглощение кислорода и особенно эстерификацию фосфата, благодаря чему Р/О составляет $3,19 \pm 0,08$. После внутривенного введения ТРГ способность митохондрий гипоталамуса к поглощению кислорода и эстерификации фосфата возрастает примерно в 2 раза. Величина Р/О почти не меняется. Более разительное повышение поглощения кислорода и эстерификации фосфата (примерно 3 раза) отмечается в опытах при добавлении ТРГ на митохондрии гипоталамуса.

В исследованиях, проведенных на митохондриях почек кролика (табл. 4) отмечается та же самая закономерность, как с сукцинатом, так и с α -кетоглутаратом. И в этих исследованиях сукцинат и α -кетоглутарат при добавлении к митохондриальной фракции более значительно усиливают процессы поглощения кислорода и сопряженного фосфорилирования. И в этих исследованиях α -кетоглутарат повышает поглощение кислорода в большей степени чем эстерификацию фосфата, в результате чего Р/О снижается.

В условиях нашего эксперимента сукцинат и α -кетоглутарат в митохондриях почек и печени (табл. 5) вызывают примерно те же самые изменения поглощения кислорода и эстерификации фосфата. ТРГ как после внутривенного введения, так и при его добавлении к митохондриям печени кролика вызывает примерно те же самые сдвиги в поглощении кислорода, эстерификации фосфата величины Р/О, что и в митохондриях почек.

Подытоживая полученные данные, можно заключить что ТРГ в применяемых нами дозах оказывает однотипное влияние на окислительное фосфорилирование в митохондриях сердца, гипоталамуса, почек и печени как при внутривенном введении, так и при прямом воздействии на митохондрии. Отмечается весьма значительное стиму-

ирование поглощения кислорода и эстерификации фосфата, т. е. окислительного фосфорилирования. Подобное действие ТРГ при прямом воздействии более выражено в митохондриях сердца, затем в гипоталамусе.

Не исключена возможность, что ТРГ являясь низкомолекулярным полипептидом (pGlu—His—Pro—NH₂) может поступать в общую циркуляцию и играть важную роль в регуляции энергетического обмена в различных органах наряду с установленным его участием и в образовании и выделении тиреостимулирующего гормона. Выражаем большую благодарность Р. Гиймену (США), за предоставление нам ТРГ.

Институт биохимии Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ բրդակից-անգամ Ա. Ա. ԳԱԼՈՅԱՆ, Ռ. Հ. ԿԱՐԱԳԵՏՅԱՆ, Վ. Ս. ՍԱՅԱՐՅԱՆ

Թիրեոտրոպիկն սիլիկինգ հորմոնի (ԹԽՀ) ազդեցությունն օգսիդացիոն ֆոսֆորիլացման վրա սրտի, հիպոթալամուսի, երիկամների և լյարդի միտոքոնդրիաներում

Ցույց է տրվել, որ ԹԽՀ-ի ազդեցությունն օգսիդացիոն ֆոսֆորիլացման վրա ճազարների վերը նշված օրգանների միտոքոնդրիաներում *in vivo* և *in vitro* պայմաններում:

ԹԽՀ-ի մասնակցությամբ *in vivo* պայմաններում թթվածնի կլանումը սրտից, հիպոթալամուսից, երիկամներից, և լյարդից անչափված միտոքոնդրիաներում կրկնապատկվում է, նույն չափով էլ ավելանում է անօրգանական ֆոսֆատի էսթերիֆիկացումը:

In vitro փորձերում թթվածնի կլանումը նույնպես ինտենսիվանում է, նախկին պայմաններում սրտի միտոքոնդրիաներում:

ԹԽՀ-ը, բացի իր տիրոջ սինթարտազտումն արյան մեջ խթանող հատկությունից, ունի նաև ուղղակի ազդեցություն ներքին օրգանների էներգետիկ ֆոսֆանակոթյան կանոնավորման պրոցեսներում: Տվյալները վկայում են այն մասին, որ ըստ երևույթին ԹԽՀ-ը նորմալ և ախտաբանական պայմաններում արտազատվում է ուղեղից բնդհանուր արյան շրջանառության մեջ:

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ R. Guittemin, Advances in metabolic disorders, Academic Press, N—Y, Lond., 5, 1 (1971). ² A. Y. Schally et al., Hypophysiotropic Hormones of the hypothalamus (I. Melles, ed.), 208, (1970), Baltimore, Maryland. ³ R. Burgus et al. Nature, 226, 321 (1970). ⁴ R. M. G. Nair et al. Biochemistry, 9, 1103 (1970). ⁵ H. Natsuo et al. Bloch. Biophys. Res. Comm., 45, 822 (1971). ⁶ R. Burgus et al Proc. Nat. Acad. Sci. USA: 69, 278 (1972) ⁷ R. Guittemin, Вопросы биохимии мозга, Изд. АН Арм. ССР, 8, 141 (1973). ⁸ А. М. Зубовская, Н. О. Степанян, С. Е. Северин, Вопросы мет. химии, 14, 533, (1968). ⁹ В. П. Скулачев, Соотношение окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи. М., (1962). ¹⁰ P. Mandel et al. J. Neurochemistry, 1, 126, (1961). ¹¹ O. H. Lowry, J. A. Lopez, J. Biol. Chem., 162, 421 (1946). ¹² O. H. Lowry et al. J. Biol. Chem., 193, 265 (1951) ¹³ F. L. Hoch, Physiol Rev., 42, 606 (1962).

УДК 595.773.4

ЭНТОМОЛОГИЯ

В. А. Рихтер

Новые виды тахин (Diptera, Tachinidae) в фауне Кавказа

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Э. А. Давтяном 22/1 1974)

При обработке материалов экспедиций на Северный Кавказ и Закавказье 1972—1973 гг. был обнаружен ряд видов тахин, ранее (1—3) не отмеченных на Кавказе. Один из них, *Hyalurgus amnicola*, sp. n., оказался новым для науки. Ниже в систематическом порядке приводится список видов, впервые найденных на Кавказе, и описание нового вида. Голотип *Hyalurgus amnicola*, sp. n. хранится в коллекции Зоологического института Академии наук СССР в Ленинграде.

Picconia incurva Zetterstedt

Дагестан: Сергокала, 30/V—1/VI 1972 (1 ♂, 4 ♀ ♀; Рихтер).

Юг европейской части СССР (Украина), Кавказ, Зап. Европа, Монголия (Южно-Гобийский аймак).

Nilea anatolica Mesnil

Армения: Паракар, 17/IV 1925 (1 ♂; Шелковников).

Закавказье. Турция.

Вид впервые приводится для фауны СССР.

Plesomyia alacris Meigen

Азербайджан: Пиркули, 22 км сев. Шемахи, лес, 22/V 1972 (2 ♂ ♂, 2 ♀ ♀; Рихтер).

Северо-запад европейской части СССР, Кавказ, Средняя полоса, Зап. Европы.

Peletteria lerina Zetterstedt

Карачаево-Черкессия: Тебердинский заповедник, 1500—1800 м, 14—15/VI 1960 (1 ♂; Штейнберг).

Юг и восток европейской части СССР, Кавказ, Казахстан, Сибирь до южного Приморья, Юг Зап. Европы, Монголия, Сев. Китай.

Linnemyia rudica Rondani

Чечено-Ингушетия: ущелье р. Фортанга, 14 км вост. с. Верхний Алкун, 10/VI 1972 (1 ♂; Рихтер).

Палеарктика.

Linnaemyia steini Jacentkovsky

Кабардино-Балкария: Голубые озера, окр. Советского, широколиственный лес, 14/VI 1972 (1 ♂; Рихтер).

Европейская часть СССР, Кавказ, юг Зап. Сибири (Томская обл.), Средняя полоса Зап. Европы.

Hyalurgus amnicola Riechter, sp. n.

♂. Голова черная, за исключением красной медианы, лицо в густом серовато-желтом налете, орбиты, скулы и щеки в густом желтовато-сером налете, лобная полоса буровато-черная или красная, в более редком желтовато-сером налете, так же как и задняя поверхность головы; усики черные, вершина 1-го и 2-го члеников буроватая; щупики желтые. Среднеспинка черная, с желтыми закрыловыми бугорками, в слабом желтовато-сером налете, с 4 черными продольными полосами; щиток желтый, с черным передним краем; бочки груди черные, в сером налете. Ноги желтые; передние бедра проксимально с короткой заднедорсальной черной полосой; тазики и вертлуги желтые; лапки черные; коготки черные, с красным основанием; пульвиллы желтые. Крыло заметно буроватое, с желтым основанием; эполета и базикоста оранжево-желтые; закрыловые чешуйки желтые; жужжальца темно-желтые. Брюшко желтое, сверху с более или менее сильно развитой срединной продольной черной полосой, занимающей весь передний край брюшка, большую часть поверхности II тергита, кзади суживающейся и доходящей до заднего края IV тергита (у 1 ♂ короткая черная полоса немного не доходит до заднего края III тергита); стерниты черные; брюшко сверху в слабом светло-желтом налете, отчетливом лишь вдоль его продольной средней линии и по переднему краю III—V тергитов.

Ширина лба составляет 0,8—0,9 ширины глаза (см. сверху); лобная полоса спереди расширена, ее задняя наиболее узкая часть немного шире орбит. Внутренние теменные щетинки скрещенные, равны 0,9—1,1 высоты глаза; наружные теменные щетинки не развиты. Затылочные щетинки длинные, с загнутыми вперед вершинами. Глазковые щетинки крепкие, составляют 0,5—0,7 длины внутренних теменных щетинок. 2 заглазковые щетинки; затемненные щетинки не развиты. Задняя поверхность головы выпуклая, в верхней половине в многочисленных черных волосках. 7—8 лобных щетинок, направленных к средней линии лба, из них 2 передних спускаются на скулы, нижняя лобная щетинка расположена немного выше вершины 2-го членика усиков. Предтеменная щетинка и наружные орбитальные щетинки не развиты. Орбиты в довольно длинных черных волосках, не спускающихся на скулы ниже лобных щетинок. Лицевые кили с 2—4 вибриссами над большими вибриссами. Скулы голые, их наименьшая ширина меньше ширины 3-го членика усиков. Высота щек составляет 0,4—0,5 высоты глаза; за исключением узкой полосы под глазом, щеки заняты затылочным расширением и покрыты длинными черными волосками. Длина 3-го членика усиков в 2,0—2,3 раза превышает длину их 2-го членика; арста голая, утолщена в проксимальной половине; длина ее 2-го

членника не превышает его ширины. Хоботок короткий, с большими сосательными лопастями; длина подбородка в 2,0—2,5 раза превышает его толщину; щупики слегка расширены на вершине, в длинных черных щетинках; их длина равна длине 3-го членника усиков. Глаза и светлых волосках.

Стернит переднегруди и барет голые; 3 плечевых щетинки, 2+3 акростихальных, 3+3 дорсоцентральных, 0+3 интрааллярных щетинки; 1 заплечевая, 1 предшовная, 2 нотоплевральных щетинки; передняя надкрыловая щетинка тонкая, короткая. Щыток с крепкими длинными базальными, субапикальными и 1 парой латеральных щетинок; апикальные щетинки скрещенные; 1 пара преапикальных щетинок, примерно равных по величине апикальным; расстояние между субапикальными щетинками составляет 0,9 расстояния между субапикальной и базальной щетинками одной стороны щитка, равно ему или превышает его в 1,1—1,2 раза.

Птероплевральная щетинка крепкая и длинная, длиннее стерноплевральных щетинок; 3(2+1) стерноплевральных, 3—5 гипоплевральных щетинок.

Передние голени с рядом из 6 коротких переднедорсальных щетинок и 3—4 щетинками сзади. Средние голени с 2—4 переднедорсальными, 3—5 заднедорсальными, 1 щетинкой сзади и 1 вентральной щетинкой. Задние голени с 5 переднедорсальными (средняя из них почти в 2 раза длиннее и толще остальных) и 3—4 заднедорсальными щетинками, на вершине с 2 дорсальными щетинками. Длина коготков передних лапок в 1,2 раза превышает длину их 5-го членника (у голотипа) или равна ей.

Крыло с коротким костальным шипом; r_{4+5} в основании сверху и снизу с 3 щетинками; 2-й отрезок костальной жилки (между sc и r_1) составляет 0,40—0,45 ее 3-го отрезка (между r_1 и r_{2+3}) и едва короче (0,9) длины ее 4-го отрезка (между r_{2+3} и r_{4+5}). 4-й отрезок костальной жилки проксимально с несколькими шипиками. 1-я заднекрайняя ячейка открытая или замкнута на краю крыла; m_{1+2} изогнута под закрученным тупым углом; место изгиба m_{1+2} удалено от края крыла на расстояние в 1,1—1,2 раза большее, чем от задней поперечной жилки, или в 1,1 раза меньшее, чем от задней поперечной жилки. Вершинная поперечная жилка вогнутая; задняя поперечная жилка прямая или слабо изогнута; задняя поперечная жилка удалена от средней поперечной жилки на расстояние в 1,8—2,5 раза большее, чем от места изгиба m_{1+2} ; длина дистального отрезка m_{3+4} составляет 0,40—0,45 длины задней поперечной жилки; ап не доходит до края крыла.

Продольное вдавление II тергита далеко не достигает его заднего края. Длина III тергита равна длине IV тергита; V тергит в 1,1 раза длиннее 4-го. II тергит с 2 средними маргинальными щетинками и 2—3 латеральными маргинальными щетинками. III тергит с 1—3 (у голотипа) средними дискальными, 1 парой боковых дискальных, 2 средними маргинальными и 2—3 боковыми маргинальными щетинками. IV тергит с 2—3 (у голотипа) средними дискальными, 2—3

парами боковых дискальных и 10—14 маргинальными щетинками. V тергит в задних 2/3 с многочисленными дискальными щетинками и рядом маргинальных щетинок.

IX тергит по середине с 2 длинными щетинками. Церки слитные, и вершине сужены и слегка загнуты вентрально (рис. 1, 1—2).

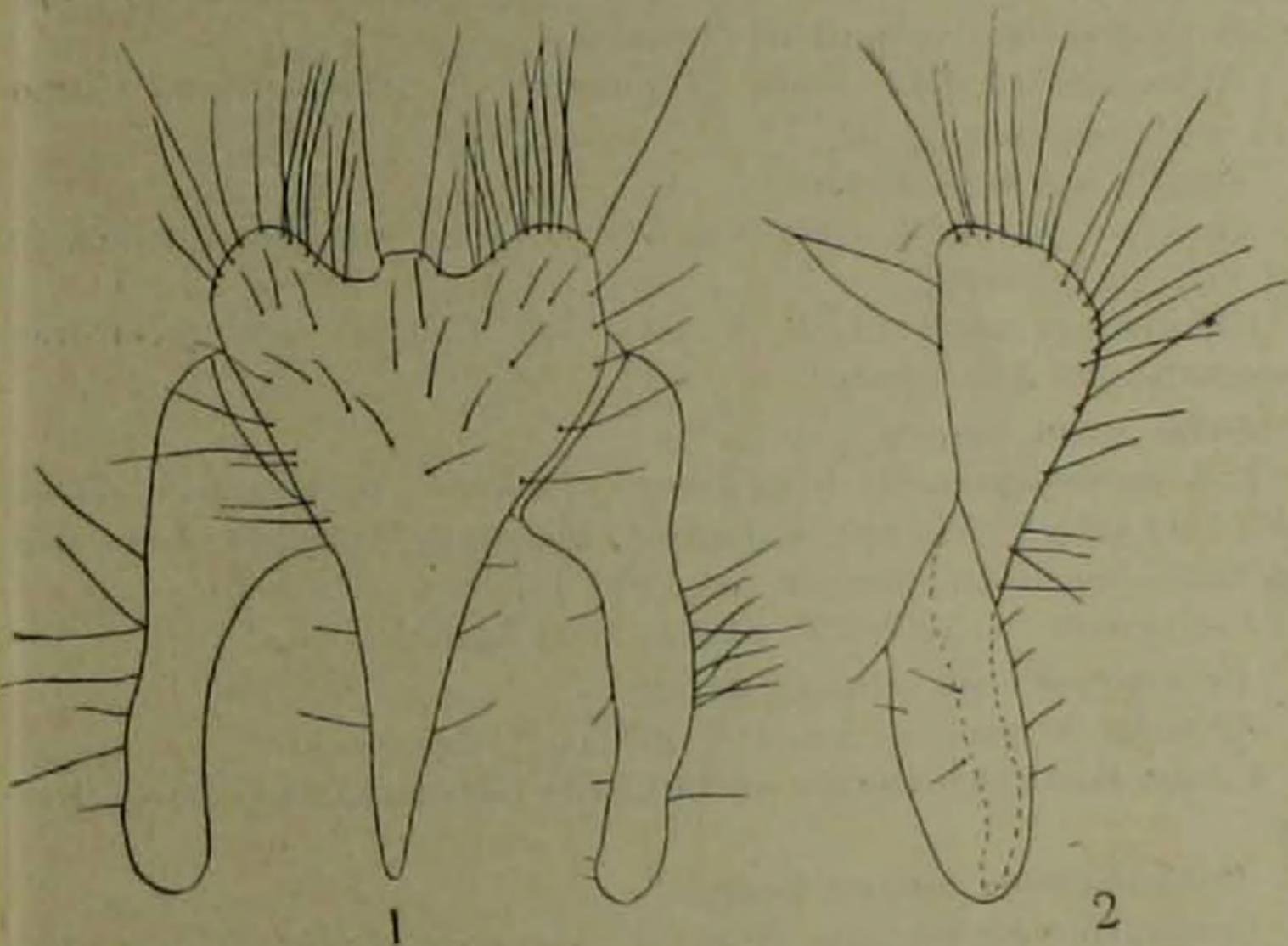


Рис. 1. *Hyalurgus amnicola* Richter, sp. n., церки и сурстияны: 1—сзади; 2—сбоку

♀. 1-й и 2-й членики усиков красновато-желтые; черная срединная продольная полоса на брюшке сильно редуцирована—полностью отсутствует или (у 1 ♀) занимает значительно меньшее пространство на II тергите, сужена и разбита на пятна на III—IV тергитах. Ширина лаба в 1,1—1,2 раза превышает ширину глаза; наружные теменные щетинки отчетливо развиты, их длина составляет почти 0,5 длины внутренних теменных щетинок; 3 наружных орбитальных щетинки, передняя из них направлена вперед и несколько наружу, 2 задние—наружу. Коготки передних лапок короче их 5-го членика.

Длина тела 4,6—6,0 мм.

Материал. Карачаево-Черкессия: Архыз, смешанный лес, 24/VI 1972, 2 ♂♂, 5 ♀♀ (Рихтер); Северная Осетия: ущелье р. Ардон выше пос. Нузал, смешанный лес, 13/VI 1972, 2 ♂♂, среди них голотип (Рихтер); Грузия: 6 км выше Бакурнави, верхняя граница леса, 10/VIII 1970, 1 ♀ (Рихтер).

В определительной таблице палеарктических видов рода *Hyalurgus* В. В. (*) описываемый вид должен быть помещен рядом с *H. crucigerus* Ztt., с которым его сближают следующие признаки: птероплевральная щетинка длиннее стерноплевральных, продольное вдавление II тергита не доходит до его заднего края. От *H. crucigerus* Ztt. *H. annicola*, sp. n. отличается отсутствием у ♂ предтеменной и наружных орбитальных щетинок, более узким лбом и более длинными коготками ♂, а также менее развитой черной срединной продольной дорсальной полосой на брюшке.

Упоминание о нахождении на Кавказе *H. lucidus* Mg. (2) относится к *H. annicola*, sp. n.

Solleria fenestrata Meigen

Дагестан: ущелье р. Аварское Койсу, 14 км юго-зап. Советского, 3/VI 1972 (1 ♂; Рихтер).

Европейская часть СССР, Кавказ, Зап. Сибирь, Сев. Казахстан
Средняя полоса Зап. Европы.

Vithia spreta Meigen

Карачаево-Черкессия: Курджиново, ущелье р. Большая Лаба, 26/VI 1972 (2 ♀ ♀; Рихтер); Кабардино-Балкария: Голубые озера, окр. Советского, широколиственный лес, 14/VI 1972 (1 ♀; Рихтер).

Европейская часть СССР, Кавказ. Зап. Европа.

Phytomyza stackelbergi Mesnil

Армения: Хосровский лес, 31/V 1972 (1 ♀; Сугоняев).

Северо-запад европейской части СССР (Ленинградская обл.), Кавказ.

Redtenbacheria insignis Fgger

Чечено-Ингушетия: село Зоны, 47 км южн. Грозного, лес, 7/VI 1972 (1 ♂; Рихтер).

Северо-запад европейской части СССР (Ленинградская обл.), Кавказ. Средняя полоса Зап. Европы.

Зоологический институт
Академии наук СССР

Վ. Ա. ԻԻԿՅԵՐ

Տախիինների (Diptera, Tachinidae) նոր տեսակներ Կովկասի ֆաունայում

Կովկասի ֆաունայի համար առաջին անգամ բերված է տախիինների 11 տեսակ, դրանցից *Hyalurgus annicola* Richter, sp. n. նոր տեսակը նկարագրված է այս հոդվածում:

¹ В. А. Рухтер, Краткий обзор фауны тахин (Diptera, Tachinidae) Кавказа. I. Подсемейство Exoristinae. Энтом. Обзор., 50, 3: 587—597, 1971. ² В. А. Рухтер, Краткий обзор фауны тахин (Diptera, Tachinidae) Кавказа. II. Подсемейства Tachininae, Dexiinae, Phastinae. Энтом. Обзор., 50, 4: 811—825, 1971. ³ В. А. Рухтер, Новые роды и виды тахин (Diptera, Tachinidae) из Закавказья. Энтом. Обзор., 51, 4: 919—932, 1972. ⁴ Л. П. Менцль, Larvaevorinae (Tachininae), в E. Lindner: Die Fliegen der palaearktischen Region, Lief. 293: 1065—1112, 1972.

МДК 595.792

ЭНТОМОЛОГИЯ

Е. К. Эртевцин, В. А. Тряпицын

**К познанию энциртид (Hymenoptera, Encyrtidae) — паразитов
 кокцид тростника *Phragmites australis* (Cav.) в Армении**

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Э. А. Дантяном 15/II 1974)

В Армении на тростнике обитают следующие виды кокцид: ара-
 ратская кошениль *Porphyrophora hamelti* Brandt (сем. Margarodidae) и
 мучнистые червецы *Chaetococcus phragmitis* (March.), *Pseudococcus*
hamberdi Borchs. и *Neotrionymus monstator* Borchs. (сем. Pseudococci-
 dae)*. Перепончатокрылые паразиты араратской кошенили неизвестны.
 Из *Chaetococcus phragmitis* в Армении выведены его первичный пара-
 зит *Asilus phragmitis* (Ferrère) и вторичный паразит *Boucekiella de-*
pressa Hoffer (1).

Настоящая статья посвящена описанию 2 видов энциртид, кото-
 рые были выведены Е. К. Эртевцин из мучнистых червецов *Neotrio-*
nymus monstator и *Chaetococcus phragmitis*; один из этих видов ока-
 зался новым для науки.

Типы нового вида хранятся в коллекциях Зоологического институ-
 та АН Арм. ССР в Ереване и Зоологического института АН СССР в
 Ленинграде.

Mayridia merceti Trjapitzin

С а м к а. Темя и лоб более чем в 1½ раза длиннее своей ширины
 (20—23 : 13). Наименьшая ширина темени составляет более 1/3 наи-
 большей ширины головы (14 : 38). Вершинный угол треугольника
 глазков немного меньше 90°. Расстояние между задним глазком и
 краем затылка вчетверо больше расстояния между задним глазком и
 краем глаза. Расстояние между задними глазками немного больше
 расстояния от заднего до переднего глазка. Край затылка закруглен-
 ный. Внутренние края глаз (вид сверху) слегка расходящиеся. Щека
 более чем в 1½ раза короче глаза. Лицевая впадина глубокая. Усики-
 вые желобки достигают середины головы и соединяются под углом,
 который превышает 45°. Усики (рис. 1, а) причленяются непосредствен-

* Кокциды определены М. А. Тер-Григорян, которой авторы выражают свою признательность.

но под уровнем нижнего края глаз. Расстояние между усиковыми ямками равно расстоянию от усиковой ямки до края рта и немного больше расстояния от усиковой ямки до края глаза. Основной членик усиков в четыре с половиной раза длиннее своей наибольшей ширины, поворотный членик длиннее первого членика жгутика. Все членики жгутика усиков длиннее своей ширины, примерно одинаковой длины, но постепенно расширяются к вершине жгутика. Булава немного шире жгутика, ее длина примерно равна длине двух последних члеников жгутика.

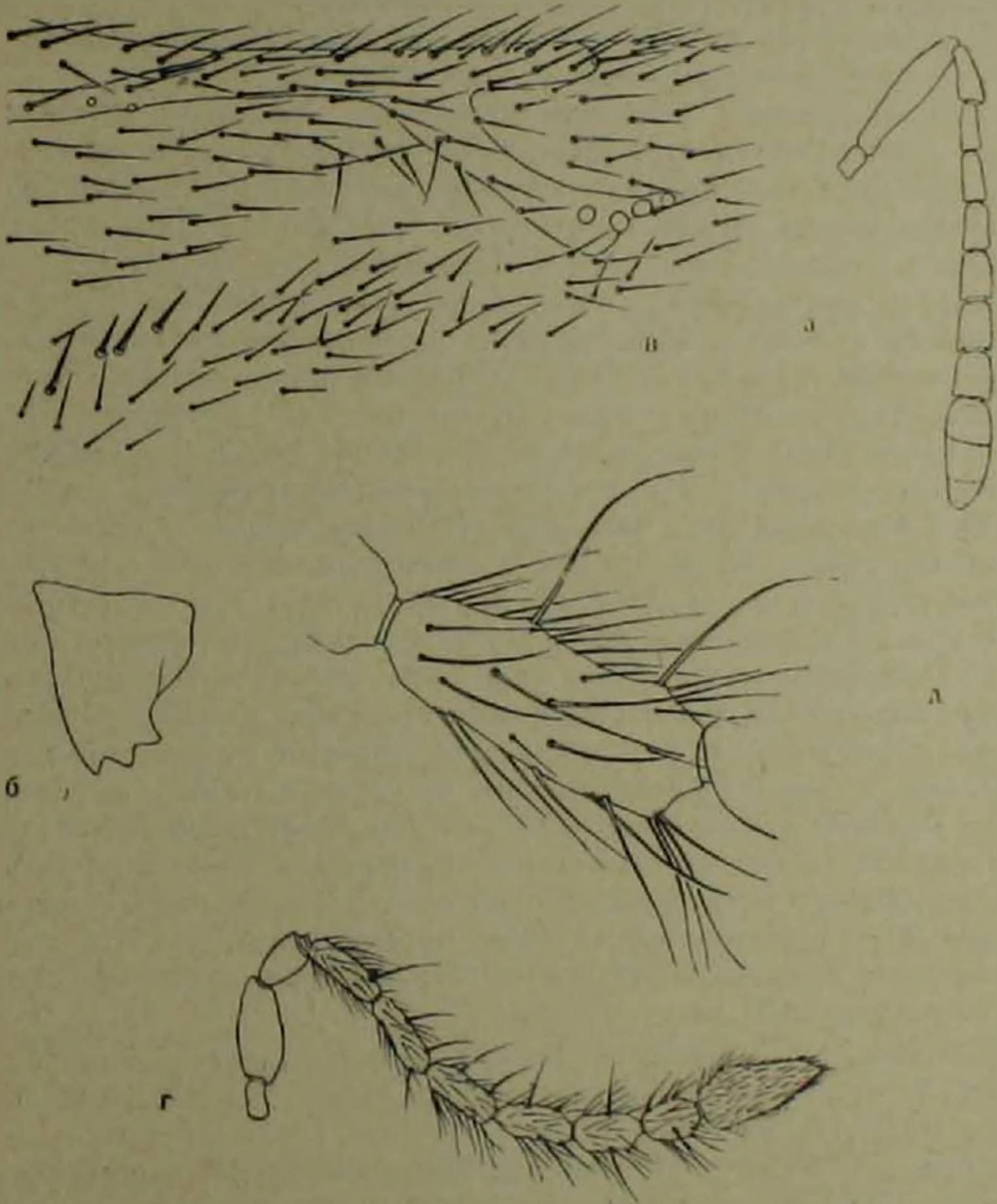


Рис. 1. а—д—*Mayridia merceti* Tjallingii: а—усик ♀; б—мандибула ♀; в—знакочелюстные переднего крыла ♀; г—усик ♂; д—3-й членик жгутика усика ♂; е—3-й членик жгутика усика ♀; ф—3-й членик жгутика усика ♀.

вместе взятых. Ширина ротового отверстия составляет около $1/3$ наибольшей ширины головы. Мандибулы (рис. 1.б) с тремя ясными зубцами. Челюстные щупики 4-, нижнегубные 3-члениковые. Задний край переднеспинки сильно вогнутый. Щит среднеспинки менее чем в

$1\frac{1}{2}$ раза длиннее своей ширины. Вершины аксилл соприкасаются. Щитик примерно равен по длине щиту. Длина переднего крыла в два с половиной раза превышает его наибольшую ширину, его жилкование изображено на рис. 1, в. Шпора средней голени острая, по длине равна первому членику средней лапки. Брюшко без яйцеклада несколько короче груди и головы, вместе взятых. Яйцеклад с широкими ножнами, его выступающая часть составляет около $1/7$ длины брюшка. Длина наружной пластинки яйцеклада примерно в три раза превосходит ее наибольшую ширину, внутренняя пластинка менее чем в $1\frac{1}{2}$ раза длиннее ножен. Пигостили расположены на уровне $1/2$ длины брюшка. VII стернит брюшка поперечный.

Общий цвет тела изумрудно-зеленый, с бронзовым оттенком. Лицо зелено-бронзовое, блестящее. Бока среднегруди с сине-фиолетовым блеском. Усики грязновато-коричнево-желтые, вершинная половина булавы желтая. Крыловые крышечки и ноги желтые, кроме темных средних и задних тазиков, а также серединой части задних бедер и последнего членика всех лапок. Крылья затемненные, со светлой поперечной полосой на середине перед маргинальной жилкой. Тело с тонко-сетчатой скульптурой. Темя и лоб с небольшими разбросанными точками. Тело в светлых волосках. Длина тела 1,65—1,75 мм.

Самец. Темя и лоб примерно одинаковой длины и ширины. Наименьшая ширина темени составляет около $1/2$ наибольшей ширины головы. Вершинный угол треугольника глазков немного больше 90° . Расстояние между задним глазком и краем затылка в $1\frac{1}{2}$ раза больше расстояния между задним глазком и краем глаза. Расстояние между задними глазками более чем в $1\frac{1}{2}$ раза больше расстояния от заднего до переднего глазка. Усики (рис. 1, г, д) прилегают непосредственно над уровнем нижнего края глаз. Расстояние между усиковыми ямками примерно в два раза меньше расстояния от усиковой ямки до края рта, и вдвое больше расстояния от усиковой ямки до края глаза. Основной членик более чем в два раза длиннее своей наибольшей ширины, поворотный значительно короче первого членика жгутика. Ширина ротового отверстия составляет около $1/2$ наибольшей ширины головы. Щитик немного короче щита. Брюшко примерно в $1\frac{1}{2}$ раза короче груди и головы, вместе взятых. Усики темные, крылья прозрачные. Длина тела 1,35 мм.

Джрвеж в окрестностях Еревана, из *Neotritonymus monstrosus* Borchs. на тростнике *Phragmites australis* (Cav.), 3/VIII 1970 (Е. К. Эртевян), 5♀♀, 1♂.

Вид был описан из Испании под названием *Mauidia prosera* Mercet⁽²⁾ и обнаружен позднее в Венгрии и Румынии^(3,4). Однако это название оказалось омонимом приоритетного названия другого вида и было заменено В. А. Трипницким новым названием *Mauidia merceti* Tjapitzin^(5,6). Экземпляры из Армении отличаются от таковых из Испании⁽²⁾ выступающим яйцекладом, более темными усиками, слабее затемненными крыльями, а также более светлыми ногами и крыловыми крышечками. Самец *M. merceti* описывается впервые.

Platythropus longicornis Trjapitzin et Herthvezian, sp. n.

Самка. Голова в $1\frac{1}{2}$ раза шире своей длины (13—15 : 8—10) и немного шире груди (13—15 : 11—12). Темя и лоб в ширину чуть больше, чем в длину (9—10 : 7—8). Наименьшая ширина темени составляет около $\frac{4}{5}$ наибольшей ширины головы (10 : 14). Глазки в тупоугольном треугольнике. Задние глазки прикасаются к краю затылка. Расстояние между задними глазками в два раза больше расстояния от заднего до переднего глазка и такового от заднего глазка до края глаз. Щеки короче глаз (6 : 10). Усики (рис. 2, а) причленяются у края рта. Расстояние между усиковыми ямками равно расстоянию от усико-

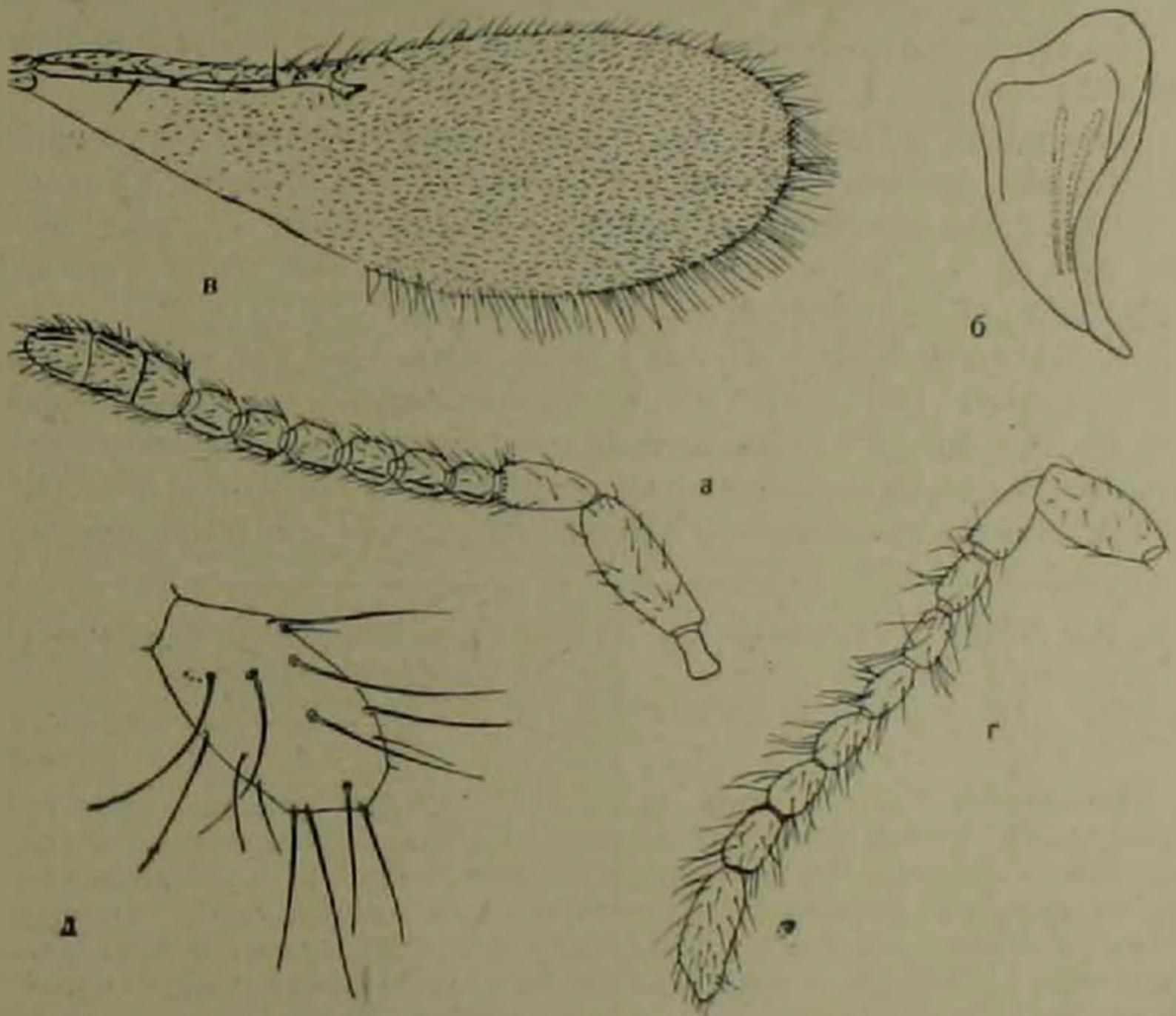


Рис. 2 а—д — *Platythropus longicornis* Trjapitzin et Herthvezian, sp. n. : а — усик ♀, б — мандибула ♀, в — переднее крыло ♀, г — усик ♂, д — 3-й членик жгутика усика ♂

вой ямки до края глаза. Членики жгутика усиков почти квадратные или лишь немного длиннее своей ширины, длина булавы равна длине трех последних члеников жгутика, вместе взятых, а также длине основного членика. Поворотный членик длиннее каждого из члеников жгутика усиков. Ширина ротового отверстия составляет около $\frac{1}{3}$ наибольшей ширины головы. Мандибулы (рис. 2, б) с двумя зубцами. Задний край переднеспинки сильно вогнутый. Щит среднеспинки в $1\frac{1}{2}$ раза шире своей длины. Вершины аксилл соприкасающиеся. Щитик короче щита. Переднее крыло изображено на рис. 2, в. Длина переднего крыла меньше чем в три раза превышает его наибольшую ширину; максимальная дли-

на краевой бахромки передних крыльев составляет около 1/5—1/3 части их наибольшей ширины. Шпора средней голени тонкая, длиннее первого членика средней лапки. Брюшко почти равно голове с грудью. Яйцеклад не выступает.

Тело черное или коричневатое-черное, с пепельным металлическим блеском. Усики черновато-коричневые. Передние, задние и частично средние бедра затемнены, остальные части ног грязновато-желтые. Длина тела 0,75—1,18 мм.

Самец. Усик и третий членик жгутика изображены на рис. 2, г, д. Длина булавы равна длине двух последних члеников жгутика, вместе взятых. Брюшко немного короче головы с грудью. Вершины голеней и лапки грязно-желтые, остальные части ног затемненные. Длина тела 0,80—0,85 мм.

Голотип (♀): Джрвеж, окр. Еревана, из *Chaetococcus phragmitis* (March.) на тростнике *Phragmites australis* (Cav.), собр. 3/X, выл. 28/X 1968 (Е. К. Эртевян). Паратипы: то же, собр. 3/X, выл. 28/X 1968, 10 ♀♀, 1 ♂; то же, собр. 29/V, выл. 9/VI 1969, 4 ♀♀; то же, 19/VIII 1971, 33 ♀♀, 9 ♂♂; то же, 21/VIII 1971, 2 ♀♀, 1 ♂.

До настоящего времени был описан лишь один вид рода *Platyrhopus* Erdős — *P. meridionalis* (Ferrière). Этот вид выведен во Франции (7*) и в Венгрии (8,10,11) из мушистого червеца *Chaetococcus phragmitis* (March.) на тростнике и обнаружен также в Молдавии (12). Новый вид хорошо отличается от *P. meridionalis* следующими признаками.

<i>Platyrhopus meridionalis</i> (Ferrière)	<i>Platyrhopus longicornis</i> Trjapitzin et Herthvitzlan, sp. n.
<p style="text-align: center;">♀</p> <p>Поворотный членик усиков равен по длине 3 следующим членикам, вместе взятым. Членики жгутика маленькие, первые членики слегка округлые, последние слегка поперечные. Булава несколько длиннее всего жгутика.</p> <p>Постмаргинальная жилка передних крыльев почти не развита. Ноги желтые.</p>	<p style="text-align: center;">♀</p> <p>Поворотный членик усиков равен по длине 2 следующим членикам, вместе взятым. Членики жгутика немного длиннее своей ширины или почти квадратные. Булава равна по длине 3 предыдущим членикам, вместе взятым, или немного длиннее их.</p> <p>Постмаргинальная жилка передних крыльев развита.</p> <p>Передние, задние и частично средние бедра затемненные; остальные части ног грязновато-желтые.</p>
<p style="text-align: center;">♂</p> <p>Поворотный членик усиков длиннее 1-го и 2-го члеников жгутика, вместе взятых. 1-й членик жгутика немного длиннее своей ширины, остальные его членики слегка поперечные. Булава равна по длине всему жгутику или немного короче его.</p>	<p style="text-align: center;">♂</p> <p>Поворотный членик усиков короче 1-го и 2-го члеников жгутика, вместе взятых. Все членики жгутика длиннее своей ширины. Булава равна по длине 2 предыдущим членикам, вместе взятым.</p>

Նդեղի՝ *Phragmites australis* (Cav.) վրա ապրող կոկցիդների պարագիտ
էնցիրոտիդները Հայաստանում

Հոդվածում արվում է 2 տեսակ էնցիրոտիդների՝ *Mayridia merceti*
Trjapitzin և գիտութիան համար նոր՝ *Platyrrhopus longicornis* Trjapitzin et
Herthevtzian, sp. n. նկարագրությունը, ստացված եղևգի վրա ապրող՝
Chaetococcus phragmitis (March.) և *Neotrionymus monstrosus* Borchs.
աչրավոր որդաններից, վերջինս առաջին անգամն է նշվում Հայաստանի
ֆաունայի համար:

ЛИТЕРАТУРА — ЦИТИРОВАННОЕ

- ¹ В. А. Тряпичин, Труды Всесоюзного Энтомологического общества, 52: 43—125, 1968.
- ² R. G. Mercet, Fauna Iberica. Hymenopteros fam. Encirridos, Madrid: 1—X1 + 1—732, 1921.
- ³ J. Erdős, Folia Ent. Hungarica (Ser. nova), X(1): 1—104, 1957.
- ⁴ J. Erdős, Chalcidoidea III. Fauna Hungariae, 73: 1—372 + 1—8, 1964.
- ⁵ В. А. Тряпичин, Вредная и полезная фауна беспозвоночных Молдавии, Кишинев, изд. „Картя Молдовеняскэ“, вып. 4.5: 128—130, 1969.
- ⁶ В. А. Тряпичин, Труды Всесоюзного Энтомологического общества, 55: 248—266, 1972.
- ⁷ Ch. Ferridre, Bull. Soc. Ent. France, 60(1—2): 8—15, 1955.
- ⁸ J. Ghesquiere, Bull. Lab. Zool. Gen. Agr. „Filippo Silvestri“, Portici, XXXIII: 683—707, 1956.
- ⁹ H. L. Parker, Proc. Ent. Soc. Washington, 62(3): 167—179, 1960.
- ¹⁰ J. Erdős, Allattani Közlemények, XLV(1—2): 33—48, 1955.
- ¹¹ J. Erdős, Allattani Közlemények, XLVI(1—2): 49—65, 1957.
- ¹² В. А. Тряпичин, Труды Молдавского и.-и. инст. садоводства, виноградарства и виноделия, 13: 369—383, 1966.

БДК 595.422 : 592/599 : 001.4

АКАРОЛОГИЯ

Э. С. Арутюнян

Новый вид рода *Podocinum* Berlese, 1882
 (Mesostigmata: Podocinidae)

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Э. А. Дантином 22/1 1974)

При изучении фауны почвенных клещей Армении в Ноемберянском районе в подстилке кипариса был собран новый вид клеща из семейства Podocinidae Berlese, 1913, рода *Podocinum* Berlese, 1882, описание которого приводится ниже. Размеры приведены в микронах. Ширина дорсального щита измерялась на уровне IV кокс.

Клещи семейства Podocinidae хищники, быстроходящие, малочисленны, видовой состав небогат, что объясняется их слабой изученностью. Встречаются в различных условиях: в гниющих остатках; под камнями в гумусе; в подстилках хвойных и других деревьев (¹). Тело овальное, с коричневой окраской. I пара ног значительно длиннее остальных, снабжена чувствительными щетинками, из которых одна или две очень длинные, лапки их без коготков и присосок. Распространены в Европе, Азии, Америке и Африке. До настоящего времени в СССР не были отмечены.

Тип хранится в Зоологическом институте АН Армянской ССР.

Podocinum agilis Arutunjan sp. nov.

Самка (рис. 1, 1—7). Дорсальный щит яйцевидный с отчетливо выраженной шипообразно-сетчатой скульптурой, несет 16 пар щетинок и 6 пар пор. Щетинки AM₁ и щетинки задней части щита опушены сильнее и заметно длиннее остальных. Длина дорсального щита 480, а ширина—330. Вентральные щиты сильно склеротизованы. Тектум (рис. 1, 3) состоит из трех ветвей: срединного (в конце имеет 4 зубчика) и боковых, все они снабжены зубчиками. Стернальный щит несет 3 пары щетинок. Метастернальные щитки овальные, несут пару щетинок. Генитальный щит с расширенным задним краем, несет пару щетинок. Вентрианальный щит треугольный, несет 4 пары вентральных щетинок и пару пор. Неподвижный палец хелицер с пятью, подвижный с двумя зубцами. Длина ног: I—1240 (бедро—300, колено—280, голень—255, лапка—300); II—670; III—630; IV—750.

Самец неизвестен.

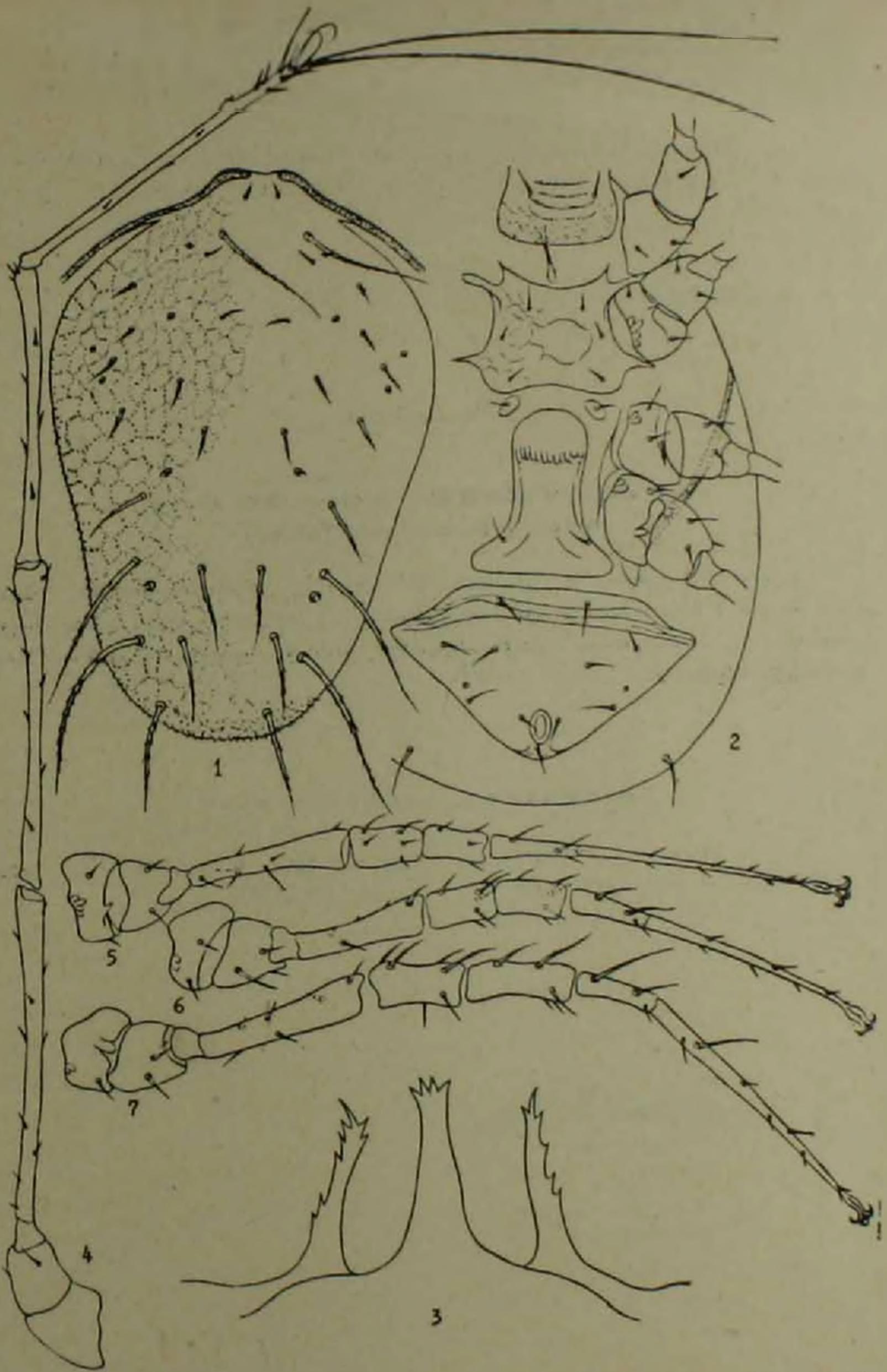


Рис. 1. *Podocinetum agilis* sp. nov. (1). 1—дорсальный щит, 2—вид снизу, 3—тектум, 4—нога I; 5—нога II; 6—нога III; 7—нога IV

Голотип: ♀, Армянская ССР, Ноемберянский район, плодовый сад (совхоз «Зейтун»), 450 м над у. м., в подстилке кипариса, 30/VIII 1972, препарат № 768. Паратипы: тот же сбор б ♀, препарат № 768 (1). № 768 (1).

Вид близок к *Podocinium pacificum* Berlese^(1,2), от которого отличается строением дорсального щита, гипостома, тектума и другими признаками.

Зоологический институт
Академии наук Армянской ССР

Է. Ս. ՇԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

Նոր տեսակի *Podocinium* Berlese, 1882 սեռից
(Mesostigmata, Podocnidae)

Հոդվածում տրված է *Podocnidae* Berlese, 1913 ընտանիքի *Podocinium* սեռից 1 նոր տեսակի նկարագրությունը *P. agilis* sp. nov., որը հայտնաբերված է Հայաստանում Նոյեմբերյանի շրջանից. պտղատու այգում նոսր փոփածքի միջից:

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԿԿԵՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ G. O. Evans, K. H. Hyatt, Ann. Mag. nat. Hist. 10 (12): 913-932 (1958).
² A. Berlese, Atti Soc. Veneto-Trent (2), 2, 2: 314-320 (1896).

