

ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
 ДОКЛАДЫ

LXXXIV, № 5

1987

Խմբագրական կոլեգիա

Դ. Ա. ԱՐՁՈՒՄԱՆՅԱՆ, տեխ. գիտ. բեկնա-
 ծու (պատ. ֆաբրուդար), Է. Գ. ԱՅՐԻԿՅԱՆ,
 ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Թ. ԲԱՐԱՅՍՆ,
 ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Հ. ԳԱՐՐԻՆՅԱՆ,
 ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Ա. ԹԱԼԱԼՅԱՆ,
 ՀՍՍՀ ԳԱ քղբ. առնամ, Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄ-
 ՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՀ
 ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագրի տեղա-
 կալ), Վ. Գ. ՄԽԻԹԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ քղբ.
 առնամ, Գ. Ս. ՍԱՀԱԿՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակա-
 դեմիկոս, Օ. Մ. ՍԱՊՈՆԺՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ քղբ.
 առնամ, Դ. Մ. ՍԵԴՐԱԿՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ քղբ.
 առնամ (պատ. խմբագիր), Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻ-
 ԲԱՅԵԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Վ. Բ.
 ՖԱՆԱՐԺՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս:

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик, Г. А. АРЗУМАНЯН, канд. техн. наук (отв. секретарь), Э. Г. АФРИКЯН, академик АН АрмССР, А. Т. БАБАЯН, академик АН АрмССР, А. А. ГАБРИЕЛЯН, академик АН АрмССР, В. О. КАЗАРЯН, академик АН АрмССР (зам. отв. редактора), В. Г. МХИТАРЯН, чл.-корр. АН АрмССР, Г. С. СААКЯН, академик АН АрмССР, О. М. САПОНДЖЯН, чл.-корр. АН АрмССР, Д. М. СЕДРАКЯН, чл.-корр. АН АрмССР (отв. редактор), А. А. ТАЛАЛЯН, чл.-корр. АН АрмССР, М. Л. ТЕР-МИКАЕЛЯН, академик АН АрмССР, В. В. ФАНАРДЖЯН, академик АН АрмССР.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ԽԱԹԵՄԱՏԻՎԱ

Ա. Ա. Ալեխանյան—*Ուշափանի միավոր խորանարդի սիմետրիկ հնթարագմությունների գծային հավասարումների համակարգերով նկարագրման բարդության վերաբերյալ* 195

ԳԵՈՄԵՏԻԿԱ

Լ. Ս. Ղազարյան—*Երկրագնդի լիտոսֆերայի կալունությունը առաձգական սահմանից դուրս* 198

ԷԼԵԿՏՐԱԳԻՆԱՄԻԱ

Ռ. Հ. Թաթևանյան—*Կիսահաղորդիչ-անտիֆերոմագնետիկ բաժանման սահմանի վրա մակերևութային էլեկտրամագնիսական ալիքների տեսության շուրջը* 203

ԱՌԱՋԳԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Վ. Ն. Հակոբյան—*Առաձգական կիսահարթությանը անհամասեռ կիսատնվերջ վերադիրից ուժի փոխանցման մասին* 208

ՖԻԶԻԿԱ

Գ. Գ. Գեմիխանյան, Ռ. Բ. Կոստանյան, Ֆ. Պ. Սաֆարյան, Տ. Վ. Սանամյան—*Կրոսոեղաքսացիւն երևույթների ուսումնասիրումը $Lu_3Al_5O_{12} : Er^{3+}$ բյուրեղներում* 212

Ս. Հ. Մելիքյան, Ս. Մ. Սահակյան—*Լրացման թվերի նկատմամբ քառակուսային համիլտոնիան ունեցող համակարգի վիճակագրական դոմարի նոր մեթոդ* 216

ԽՈՐՖՈՒԳԻԱ

Վ. Ի. Պողոսյան—*Կատվի դիմային ներվի կորիզի ափերենա մուտքերի աղբյուրները* 220

ՔԻՄԻԱ

Ա. Պ. Մակարյան, Վ. Մ. Հաբուրյունյան, Ա. Ա. Հակոբյան, Ա. Մ. Աղավելյան, Ա. Ս. Աղաբալյան, Լ. Ա. Գանիբելյան, Լ. Ռ. Նազարով—*Որոշ ուռուցքային և բորբոքային պրոցեսների ինդիկացիայի մասին* 226

ՅԱՐԱՆԱԿԻԱ

Ա. Ռ. Պողոսովա—*Ուռենու վրա ազատ ապրող քառոտ տղի (Tetrapodili, Rhyncaphytophidae) նոր տեսակ Հայաստանից* 230

Բովանդակություն LXXXIV հատորի 232

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- А. А. Алексанян—О сложности представления симметричных подмножеств n -мерного единичного куба совокупностью систем линейных уравнений 195

ГЕОМЕХАНИКА

- Л. С. Казарян—Устойчивость земной литосферы за пределами упругости 198

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

- Р. Г. Тарханян—К теории поверхностных электромагнитных волн на границе раздела между полупроводником и антиферромагнетиком 203

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

- В. А. Акопян—О передаче нагрузки от неоднородной полубесконечной накладки к упругой полуплоскости 208

ФИЗИКА

- Г. Г. Демирханян, Р. Б. Костанян, Ф. П. Сафарян, Т. В. Санамян—Исследование кроссрелаксационных процессов в $\text{Lu}_2\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Er}^{3+}$ 212

- А. О. Меликян, С. И. Саакян—Новый метод вычисления статсуммы системы, гамильтониан которой квадратичен по числам заполнения 216

МОРФОЛОГИЯ

- В. И. Погосян—Источники афферентных входов ядра лицевого нерва кошки 220

БИОХИМИЯ

- А. П. Макарян, М. В. Арутюнян, А. А. Акопян, А. М. Агавелян, А. С. Агабалян, Л. А. Даниелян, Л. У. Назаров—О биохимической индикации некоторых опухолевых и воспалительных процессов 226

АКАРАЛОГИЯ

- А. Р. Погосова—Новый вид открытоживущего четырехногого клеща *Tetrapodili*, *Rhyncaphytoptidae*) на иве в Армении 230
- Содержание LXXXIV тома 235

C O N T E N T S

MATHEMATICS

- A. A. Alexanian*—On the complexity of realization of symmetric subsets of n -dimensional unit cube by a set of systems of linear equations P. 195

GEOMECHANICS

- L. S. Kazarian*—The earth lithosphere stability out of elasticity limit 198

ELECTRODYNAMICS

- R. G. Tarkhanian*—On the theory of surface electromagnetic waves at the interface between semiconductor and antiferromagnet 203

THEORY OF ELASTICITY

- V. N. Hakobian*—On transference of load from nonhomogeneous half-infinite stringer to elastic halfplane 208

PHYSICS

- G. G. Demirkhanian, R. B. Kostanian, F. P. Safarian, T. V. Sanamian*—Investigation of cross-relaxation processes in $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Er}^{3+}$ 212

- A. O. Melikian, S. M. Sahakian*—The new method of calculation for statistic sum of the system whose hamiltonian is the quadratic function of occupation numbers 216

MORPHOLOGY

- V. I. Pogostan*—Afferent inputs of the cat's facial nucleus 220

BIOCHEMISTRY

- A. P. Makariar, M. V. Arutunian, A. A. Akopian, A. M. Agavellian, A. S. Agabalian, L. U. Nazarov*—On the biochemical indications of some tumour and inflammation processes 226

ACARALOGY

- A. R. Pogoseva*—A new species of free-living Tetranychid mite (Tetranychidae, Rhyncaphytophagidae) on *Salix* in Armenia 230
- Contents of LXXXIV volume 238

Техн. редактор Азизбекян Л. А.

Сдано в набор 20.04. 1987 г. Подписано к печати 15.07. 1987 г. ВФ 02507

Бумага № 2, 70 × 108^{1/16}. Высокая печать. Печ. лист 3,0. Усл. печ. л. 4,2.

Учетно-изд. л. 3,29. Тираж 460. Заказ 684. Издат. 7140

Адр. ред.: 375019, Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24-г., II эт., к. 1, т. 27-97-238.

Издательство Академии наук Армянской ССР. 375019, Ереван,
пр. Маршала Баграмяна, 24-г.

Типография Издательства Академии наук АрмССР, 378310, г. Эчмиадзин

УДК 519.7

МАТЕМАТИКА

А. А. Алексанян

О сложности представления симметричных подмножеств n -мерного единичного куба совокупностью систем линейных уравнений

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Р. Р. Варшамовым 4/II 1987)

1. Пусть $E^n = \{\tilde{\alpha} = (\alpha_1, \dots, \alpha_n) \mid \alpha_i \in \{0, 1\}, i = \{1, 2, \dots, n\}$ — множество вершин n -мерного единичного куба. Множество $E_k^n = \{\tilde{\alpha} \mid \tilde{\alpha} \in E^n, \sum_{i=1}^n \alpha_i = k\}$ называется k -тым слоем куба E^n . Символом $|A|$ обозначается мощность множества A . Подмножество, образованное объединением $\bigcup_i E_{k_i}^n$ некоторого множества слоев, называется симметричным. Нетрудно заметить, что E^n является n -мерным линейным пространством над полем Галуа $GF(2)$. Подмножество A в E^n называется смежным классом, если найдется линейное подпространство B в E^n такое, что $A = B + d$, где $d \in E^n$ и сумма берется по mod 2, т. е. A является сдвигом некоторого подпространства B в E^n . Размерность A определяется как размерность соответствующего подпространства $\dim A \equiv \dim B$.

В настоящей работе исследована следующая задача. Пусть F — произвольное симметричное подмножество в E^n . Каково наименьшее число $S(F)$ смежных классов в E^n , объединение которых совпадает с F ? Содержательно задача состоит в следующем. Требуется построить минимальное по мощности множество систем линейных уравнений над полем $GF(2)$ таких, что объединение решений этих систем совпадает с F .

Обозначим через $S(n) = \min S(F)$, где F пробегает множество симметричных подмножеств в E^n . Задача состоит в оценке величины $S(n)$.

2. Положим $0 \leq k \leq [n/2]$, где $[x]$ — целая часть x . Пусть множество F совпадает с E_k^n . Смежный класс A называется максимальным для F , если $A \subseteq F$ и для всякого смежного класса A' из условия $A \subseteq A' \subseteq F$ следует: $A \equiv A'$. Очевидно, что слагаемые всякого покрытия F смежными классами могут быть заменены максимальными.

Пусть A — смежный класс и $A \subseteq F \equiv E_k^n$. Представим A в виде двоичной прямоугольной таблицы $T(A)$, строки которой совпадают с векторами из множества A . Ясно, что количество строк в таблице равно $2^{\dim A}$, количество столбцов — n и в каждой строке содержится в точности k единиц. Два столбца таблицы называются противоположными, если их покоординатная сумма по mod 2 равна нулю. Столбец называется единичным (нулевым), если все элементы столбца равны 1(0).

Лемма 1. *Количество единичных столбцов в $T(A)$ не превосходит количества нулевых столбцов. Количество столбцов, совпадающих с фиксированным ненулевым столбцом в $T(A)$, равно количеству столбцов, им противоположных.*

Итак, таблица $T(A)$ состоит из пар противоположных столбцов, не нулевых и не единичных, и из определенного количества либо нулевых, либо единичных столбцов.

Припишем к $T(A)$ снизу ее копию, в которой на месте единичных столбцов записаны нулевые, а на месте части нулевых—единичные. Так как нулевых столбцов не меньше, чем единичных, то можно получить таблицу с k единицами в каждой строке. Нетрудно видеть, что строки новой таблицы образуют смежный класс. Поэтому таблица максимального для F смежного класса не может содержать одновременно и нулевые и единичные столбцы. Ввиду того, что $k \leq [n/2]$, получаем, что таблица максимального смежного класса не содержит единичных столбцов и содержит в точности k пар противоположных столбцов.

Пусть пары противоположных столбцов это столбцы с номерами $(1, 2), (3, 4), \dots, (2k-1, 2k)$, а нулевые столбцы имеют номера: $2k+1, \dots, n$. Теперь ясно, что максимальный смежный класс совпадает с множеством решений линейной системы над $GF(2)$:

$$\begin{cases} x_{2i-1} + x_{2i} = 1 \\ x_j = 0, \end{cases} \quad i = 1, \dots, k; \quad j = 2k+1, \dots, n.$$

Ввиду невырожденности матрицы этой системы $\dim A = n - (n-k) = k$ и количество элементов в A равно 2^k .

Лемма 2. *Максимальные для E_k^n смежные классы имеют размерность, равную k .*

3. Всякий максимальный для E_k^n смежный класс определяется однозначно некоторым разбиением множества $\{1, 2, \dots, n\} = N_1 \cup N_2 \cup \dots \cup N_k \cup P$, где $N_i \cap N_j = \emptyset$ при $i \neq j$ и $N_i \cap P = \emptyset$ для всех i . Однозначно также и обратное соответствие. Используя это, получаем:

Лемма 3. *Количество максимальных для E_k^n (при $0 \leq k \leq [n/2]$) смежных классов равно $\frac{n!}{2^k \cdot k!(n-2k)!}$.*

Лемма 4. *Количество максимальных для E_k^n (при $0 \leq k \leq [n/2]$) смежных классов, содержащих фиксированную вершину из E_k^n , равно $\frac{(n-k)!}{(n-2k)!}$.*

В работе ⁽¹⁾ доказана

Лемма 5. *Пусть M —конечное множество и $D = \{K_1, \dots, K_l\}$ такая совокупность его подмножеств, что каждый элемент из M принадлежит не менее чем $\gamma \cdot l$ подмножествам из D . Тогда существует покрытие множества M подмножествами D , содержащее не более $\gamma^{-1}(\ln \gamma |M| + 1) + 1$ подмножеств*

Из лемм 3, 4, 5 при $\gamma = 2^k / \binom{n}{k}$ следует, что $F \equiv E_k^n$ можно

представить в виде объединения смежных классов количеством не более $\text{const} \frac{k \binom{n}{k}}{2^k}$. Ввиду того, что $|E_k^n| = \binom{n}{k}$, а $|A| = 2^k$ для любого максимального смежного класса, то требуется не менее $\binom{n}{k}/2^k$ смежных классов для покрытия E_k^n .

Теорема 1. Для $0 \leq k \leq [n/2]$ $\binom{n}{k}/2^k \leq S(E_k^n) \leq \text{const} \cdot k \binom{n}{k}/2^k$.

4. Вернемся теперь к множеству произвольных симметричных подмножеств F в E^n , где $F = \bigcup_i E_{k_i}^n$. Суммируя по всем $E_{k_i}^n$, получаем $S(n) \leq \text{const} \cdot n(3/2)^n$. Далее, ясно, что

$$2\left(\frac{n}{2} + 1\right)S(n) \geq 2 \sum_{k=0}^{[n/2]} S(E_k^n) \geq \left(\frac{3}{2}\right)^n.$$

Итак, на вопрос, поставленный в начале работы, дает ответ

Теорема 2. $\frac{1}{n+2} (3/2)^n \leq S(n) \leq \text{const} \cdot n(3/2)^n$.

Иными словами $\log_2 S(n) \sim n(\log_2 3 - 1)$.

Ереванский государственный университет

Ա. Ա. ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ

n-չափանի միավոր խորանարդի սիմետրիկ ենթաբազմությունների գծային հավասարումների համակարգերով նկարագրման բարդության վերաբերյալ

Աշխատանքում դիտարկված է հետևյալ խնդիրը: Դիցուք F -ը սիմետրիկ (այսինքն կոորդինատների տեղափոխությունների հանդեպ ինվարիանտ) ենթաբազմություն է n -չափանի միավոր խորանարդում՝ E^n -ում: $S(F)$ -ը այնպիսի գծային համակարգերի ($GF(2)$ դաշտի նկատմամբ) մինիմալ բանական է, որոնց լուծումների բազմությունների միավորումը համընկնում է F -ի հետ:

Աշխատանքում գնահատված է $S(n) = \max_{F \subseteq E^n} S(F)$ մեծությունը: Հաջողվել է գնահատել $S(F)$ -ը, երբ F -ը ներկայացնում է իրենից E^n -ի k -րդ շերտը՝ $\binom{n}{k}/2^k \leq S(F) \leq c \cdot k \cdot \binom{n}{k}/2^k$, չիմնվելով այդ արդյունքի վրա ստացվում է վերջնական գնահատականը՝

$$\frac{1}{n+2} \left(\frac{3}{2}\right)^n \leq S(n) \leq c \cdot n \left(\frac{3}{2}\right)^n.$$

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

УДК 551.2

ГЕОМЕХАНИКА

Л. С. Казарян

Устойчивость земной литосферы за пределами упругости

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Т. Асланяном 5/II 1987)

Модель литосферной плиты, потерявшей первоначальную форму, имитируется с механической точки зрения моделью пластинки на упругом основании, которая теряет устойчивость в упругопластической зоне.

В настоящей работе на основе деформационной теории пластичности исследуется устойчивость пластины на упругом основании, нагруженной со всех сторон.

В качестве механических соотношений принимаются уравнения деформационной теории пластичности несжимаемого тела ⁽¹⁾:

$$\sigma - \frac{1}{2} \sigma_y = \frac{\sigma_i}{l_i} l_x; \quad \sigma_y = \frac{1}{2} \sigma_x = \frac{\sigma_i}{l_i} l_y; \quad \tau_{xy} = \frac{\sigma_i}{3l_i} l_{xy}, \quad (1)$$

где σ_x , σ_y , τ_{xy} , l_x , l_y , l_{xy} являются компонентами напряжений и деформаций, через которые определяются соответствующие интенсивности:

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2};$$

$$l_i = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{l_x^2 + l_x l_y + l_y^2 + \frac{1}{4} l_{xy}^2}. \quad (2)$$

Далее предполагается, что у пластинки начальное напряженное состояние — плоское.

При выпучивании напряжения в пластинке получают бесконечно малые приращения $\delta\sigma_x$, $\delta\sigma_y$, $\delta\sigma_{xy}$. Принимая гипотезу непрерывного нагружения ⁽²⁾, согласно которой искривление пластинки происходит в условиях возрастания нагрузки, и исходя из (1) для вариаций $\delta\sigma_x$, $\delta\sigma_y$ и $\delta\tau_{xy}$ получим ⁽³⁾:

$$\begin{aligned} \delta\sigma_x &= a_{11} \delta l_x + a_{12} \delta l_y + a_{13} \delta l_{xy}; \\ \delta\sigma_y &= a_{21} \delta l_x + a_{22} \delta l_y + a_{23} \delta l_{xy}; \\ \delta\tau_{xy} &= a_{31} \delta l_x + a_{32} \delta l_y + a_{33} \delta l_{xy}, \end{aligned} \quad (3)$$

в которых

$$\begin{aligned} a_{11} &= \frac{4}{9l_i} \left[3\sigma_i + (2l_x + l_y)^2 \frac{d}{dl_i} \left(\frac{\sigma_i}{l_i} \right) \right]; \\ a_{12} &= \frac{2}{9l_i} \left[3\sigma_i + 2(2l_x + l_y)(2l_y + l_x) \frac{d}{dl_i} \left(\frac{\sigma_i}{l_i} \right) \right]; \end{aligned} \quad (4)$$

$$a_{13} = \frac{2}{9l_i} l_{xy}(2l_x + l_y) \frac{d}{dl_i} \left(\frac{\sigma_i}{l_i} \right); \quad a_{22} = \frac{4}{9l_i} \left[3\sigma_i + (2l_y + l_x) \frac{d}{dl_i} \left(\frac{\sigma_i}{l_i} \right) \right];$$

$$a_{23} = \frac{2}{9l_i} l_{xy}(2l_y + l_x) \frac{d}{dl_i} \left(\frac{\sigma_i}{l_i} \right); \quad a_{33} = \frac{1}{9l_i} \left[3\sigma_i + l_{xy}^2 \frac{d}{dl_i} \left(\frac{\sigma_i}{l_i} \right) \right]; \quad a_{ij} = a_{ji}.$$

Используя формулы Коши для вариаций, имеем

$$\delta l_x = \frac{\partial \delta u_x}{\partial x}; \quad \delta l_y = \frac{\partial \delta u_y}{\partial y}; \quad \delta l_{xy} = \frac{\partial \delta u_x}{\partial y} + \frac{\partial \delta u_y}{\partial x}, \quad (5)$$

где

$$\delta u_x = -z \frac{\partial w}{\partial x}; \quad \delta u_y = -z \frac{\partial w}{\partial y}, \quad (6)$$

и преобразуя (5), получим

$$\delta l_x = -z \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}; \quad \delta l_y = -z \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}; \quad \delta l_{xy} = -2z \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}.$$

Внеся значения деформаций, выраженных через перемещения, из (6) в (3), получаем приращения напряжений

$$\delta \sigma_x = -z \left(a_{11} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + a_{12} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 2a_{13} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right);$$

$$\delta \sigma_y = -z \left(a_{12} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + a_{22} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 2a_{23} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right); \quad (7)$$

$$\delta \tau_{xy} = -z \left(a_{13} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + a_{23} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 2a_{33} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right),$$

а приращения изгибающих моментов определяются по формулам

$$\delta M_x = \int_{-h/2}^{h/2} z \delta \sigma_x dz; \quad \delta M_y = \int_{-h/2}^{h/2} z \delta \sigma_y dz; \quad \delta H = \int_{-h/2}^{h/2} z \delta \tau_{xy} dz. \quad (8)$$

Уравнения равновесия дифференциального элемента пластинки после выпучивания имеют вид (4)

$$\frac{\partial \delta M_x}{\partial x} + \frac{\partial \delta H}{\partial y} = N_1; \quad \frac{\partial \delta M_y}{\partial y} + \frac{\partial \delta H}{\partial x} = N_2 \quad (9)$$

$$\frac{\partial \delta N_1}{\partial x} + \frac{\partial \delta N_2}{\partial y} + T_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + T_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + 2S \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} = \bar{q}. \quad (10)$$

При расчете поперечно-нагруженной пластинки, покоящейся на упругом основании, кроме действующей нагрузки, необходимо учитывать силы реакции, передающиеся от основания к пластинке.

Интенсивность реакции основания эквивалентна силе плавучести, возникающей в результате замещения слоя мантийной породы толщины w коровой породой, и равна kw . Исходя из изостатических законов под k понимается умножение разности плотностей слоев на ускорение $g[k = g(\rho_m - \rho_c)]$ (5), и следовательно, поверхностная нагрузка, действующая на континентальную литосферу, $\bar{q} = q - kw$.

Подстановкой (9) в (10) получаем следующее уравнение:

$$\frac{\partial^2 \delta M_x}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 \delta H}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 \delta M_y}{\partial y^2} + T_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + T_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + S \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} = q - kw. \quad (11)$$

Значения начальных тангенциальных сил берутся в виде

$$T_x = -h\sigma_x; \quad T_y = -h\sigma_y; \quad S = -h\tau_{xy}. \quad (12)$$

Далее, подставляя значения изгибающих моментов из (8), а начальные тангенциальные силы из (12) в уравнение (11) и считая, что поверхностная нагрузка отсутствует, дифференциальное уравнение равновесия после некоторых упрощений и группировок можно привести к виду

$$\frac{h^3}{12} \left[a_{11} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + a_{22} \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} + 2(a_{12} + 2a_{33}) \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + 4a_{13} \frac{\partial^4 w}{\partial x^3 \partial y} + 4a_{23} \frac{\partial^4 w}{\partial x \partial y^3} \right] - h\sigma_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - 2h\tau_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} - h\sigma_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + kw = 0. \quad (13)$$

Рассматривается задача об устойчивости шарнирно-опертой по контуру пластинки, сжатой в своей плоскости по направлению x и y давлениями p и cp соответственно.

Ограничиваясь случаем линейного упрочнения материала ⁽¹⁾, т. е.

$$\sigma_i = E[(1-\lambda)l_i + \lambda l_s]; \quad \lambda = 1 - \frac{1}{E} \frac{d\sigma_i}{dl_i} = \text{const}, \quad (14)$$

где E —модуль упругости (Юнга), l_s —предел упругих деформаций материала, и полагая $\sigma_x = -p$, $\sigma_y = -cp$, $\tau_{xy} = 0$, с использованием (1), (2) и (14), получаем

$$\sigma_s = \chi p_s; \quad l_i = \frac{\chi p - \lambda p_s}{E(1-\lambda)}; \quad \chi = \sqrt{1-c+c^2}; \quad p_s = El_s. \quad (15)$$

Из (4) с учетом (15) для коэффициентов a_{ij} получаем выражения ⁽³⁾

$$a_{11} = A \frac{4\chi^3 p - 3\lambda p_s}{\chi p - \lambda p_s}; \quad a_{12} = A \frac{2\chi^3 p - 3c\lambda p_s}{\chi p - \lambda p_s}; \quad a_{22} = A \frac{4\chi^3 p - 3c\lambda p_s}{\chi p - \lambda p_s}; \\ a_{33} = A \frac{\chi^3 p}{\chi p - \lambda p_s}; \quad a_{13} = a_{23} = 0; \quad A = \frac{E(1-\lambda)}{3\chi^2}; \quad \frac{l_i}{\sigma_i} = \frac{1}{3a_{33}}. \quad (16)$$

Для уравнения (13) с учетом (15) и граничных условий шарнирного опирания пластинки $w(x, 0) = w(x, b) = \frac{\partial^2 w(x, 0)}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 w(x, b)}{\partial y^2} = 0$;

$$w(0, y) = w(a, y) = \frac{\partial^2 w(0, y)}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 w(a, y)}{\partial x^2} = 0 \quad (17)$$

решение ищется в виде

$$w(x, y) = B \sin \frac{\pi m x}{a} \sin \frac{\pi n y}{b}, \quad (18)$$

где m, n — целые числа, определяющие число полуволн искривленной пластинки. Подставляя значения a_{ij} из (16) и решение (18) в уравнение (17) и преобразуя, получим

$$p^2 - D_1 p + D_2 = 0. \quad (19)$$

В квадратном уравнении (19) введены следующие обозначения:

$$D_1 = \frac{Ah^2\chi^2\alpha^2}{3\beta} + \frac{\lambda p_s}{\chi} + \frac{k}{h\beta}; \quad D_2 = \frac{Ah^2\lambda p_s\beta}{4\chi} + \frac{k\lambda p_s}{\chi h\beta},$$

$$\alpha = \left(\frac{\pi m}{a}\right)^2 + \left(\frac{\pi n}{b}\right)^2; \quad \beta = \left(\frac{\pi m}{a}\right)^2 + c\left(\frac{\pi n}{b}\right)^2. \quad (20)$$

Полагая в (20) $c=0$; $\chi=1$ и переходя к пределу при $b \rightarrow \infty$, получаем выражения коэффициентов D_1 и D_2 для шарнирно-опертой бесконечной полосы, сжатой давлением

$$D_1 = \frac{Ah^2\pi^2 m^2}{3a^2} + \lambda p_s + \frac{ka^2}{h\pi^2 m^2};$$

$$D_2 = \frac{Ah^2\pi^2 \lambda p_s m^2}{4a^2} + \frac{k\lambda p_s a^2}{h\pi^2 m^2}.$$

Таким образом, зная значения D_1 и D_2 , по формуле

$$p_{1,2} = \frac{D_1 \pm \sqrt{D_1^2 - 4D_2}}{2} \quad (21)$$

определяем критические значения напряжений $p_{кр}$.

В работе мы принимаем, что

$$\sigma_{il/p=p_e} = \chi p_e > \sigma_s = El_s, \quad (22)$$

т. е. литосферная плита теряет устойчивость за пределами упругости. Для данного случая с учетом (22) и (15) получим

$$p_{кр} > \frac{\sigma_s}{\chi} > \frac{\lambda p_s}{\chi}. \quad (23)$$

Расчеты показали, что только для большого корня

$$p_1 = \frac{D_1 + \sqrt{D_1^2 - 4D_2}}{2}$$

удовлетворяется условие (23), поэтому критические значения берем равными $p_{кр} = p_1$.

В таблице приведены значения критических напряжений для различных значений λ , c , M , $b = Ma$ при $m = n = 1$. Сравнивая полученные результаты с результатами работы (6), приходим к заключению, что литосферная плита может терять устойчивость в упругопластическом состоянии при $\lambda > 0,9$, когда напряжения находятся в допустимых, в смысле прочности, пределах, установленных экспериментальным путем.

Из полученных результатов сделаны следующие выводы:

1. Наличие упругого основания приводит к повышению критических напряжений.

Значения критических напряжений

($h/a=1/6$; $h=0,7 \cdot 10^5$ м; $E/\sigma_s=0,36(6) \cdot 10^3$; $\sigma_s=2,7 \cdot 10^3$ кг/см² $\approx 2,7 \cdot 10^8$ Па)

c	M=b/a	$\lambda=0,0$	$\lambda=0,5$	$\lambda=0,9$	$\lambda=0,99$	
		p/ σ_s	p/ σ_s	p/ σ_s	p/ σ_s	
0,5	1	55,11	33,74	7,18	1,52	kh/ $\sigma_s=0$
1	1	50,22	25,22	5,25	1,17	
2	1	33,48	16,85	3,59	0,767	
1	2	31,85	15,81	3,47	1,08	
2	2	26,148	13,25	2,97	0,76	
0,5	1	68,25	35,03	8,4	2,27	kh/ $\sigma_s=1,2$
1	1	51,18	26,18	6,21	1,66	
2	1	34,11	17,48	4,22	1,43	
1	2	32,96	18,11	4,88	1,95	
2	2	27,44	14,55	4,14	1,65	
0,5	1	60,85	31,01	7,13	1,758	h=0,37 · 10 ⁵ м; E/ σ_s =0,329 · 10 ³ kh/ σ_s =0,6
1	1	45,64	23,19	5,25	1,306	
2	1	30,42	15,5	3,56	0,878	
1	2	29,01	15,02	3,83	1,304	
2	2	24,17	12,6	3,3	1,073	
1	3	22,22	11,88	3,56	1,64	h=0,7 · 10 ⁵ м; kh/ σ_s =0,93; E/ σ_s =0,274 · 10 ³
1	5	20,98	11,31	3,57	1,71	
1	7	20,64	11,17	3,55	1,96	
2	3	20,2	10,88	3,53	1,505	
2	5	20,2	10,97	3,557	1,66	
2	7	20,22	9,25	3,42	1,71	
3	1	19,15	9,87	2,42	0,805	
3	2	17,62	9,38	2,81	1,097	

2. С увеличением пластических свойств материала (с возрастом параметра λ) критические напряжения убывают. Когда материал приближается к идеально пластическому (λ стремится к единице), критические напряжения стремятся к напряжениям, соответствующим площадке текучести материала.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Լ. Ս. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

Ներկայացնելի լիտոսֆերայի կայունությունը առաձգական սահմանից դուրս

Հոդվածում պլաստիկության դեֆորմացիոն տեսության հիման վրա հետազոտված է առաձգական հիմք ունեցող սալի (լիտոսֆերայի) կայունությունը, որը բեռնավորված է բոլոր կողմերից:

Հուծված են թվային օրինակներ, որտեղ որոշված են կրիտիկական լարումները:

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ А. А. Ильюшин, Пластичность, М.—Л., Гостехиздат, 1948.
- ² Ю. И. Работнов, С. А. Шестериков, ПММ, т. 21, вып. 3 (1957).
- ³ Р. М. Киракосян, Изв. АН Арм ССР. Механика, т. 27, № 4 (1974).
- ⁴ А. С. Вольмир, Устойчивость упругих систем, Гос. изд. физ.-мат. лит., М., 1963.
- ⁵ Д. Тёркот, Дж. Шуберт, Геодинамика. Ч. 1, М., Мир, 1985.
- ⁶ А. Т. Асланян, Междунар. геол. конгресс, XXI сессия. Докл. сов. геологов, 1960, Изд. АН СССР, М., 1960.

УДК 537.8

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Р. Г. Тарханян

К теории поверхностных электромагнитных волн на границе раздела между полупроводником и антиферромагнетиком

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Г. Иосифьяном 17/VII 1986)

1. В последние годы бурно развивается спектроскопия поверхностных поляритонов—электромагнитных волн, локализованных вблизи границы раздела различных сред ⁽¹⁾. Ранее нами сообщалось о существовании новых ветвей поверхностных волн в полупроводниках ^(2,3) и гиротропных кристаллах ⁽⁴⁾. Цель настоящей статьи—изучение спектра поверхностных поляритонов, распространяющихся вдоль границы раздела между антиферромагнитным диэлектриком и полупроводником. Мы покажем, что в таких структурах появляется новый класс поверхностных возбуждений, представляющих собой «смесь» поверхностных плазмонов в слое полупроводника и поверхностных магнонов в слое антиферромагнетика, взаимодействующих между собой через посредство поверхностных электромагнитных волн. Такие коллективные колебания мы будем называть поверхностными магнон-плазмон-поляритами (ПМПП) и покажем, что в силу своеобразного сочетания электрических и магнитных свойств контактирующих сред ПМПП обладают рядом уникальных свойств, которые могут быть использованы для практических целей.

2. В работе автора ⁽⁵⁾ с помощью системы уравнений Максвелла—Иосифьяна ⁽⁶⁾ показано, что спектр спин-решеточных поляритонов в инфракрасном диапазоне имеет щель в области частот $\omega_l < \omega <$

$< \omega_l$, где $\omega_l = \sqrt{\frac{\chi}{m}}$ — частота антиферромагнитного резонанса, $\omega_l = (\omega_l^2 + N\varphi^2 m^{-1})^{\frac{1}{2}}$ — частота длинноволновых оптических магнонов, χ — коэффициент „квазиупругой“ силы, m — приведенная масса атомов в элементарной ячейке, содержащей два атома с „магнитными“ зарядами $\pm \varphi$, N — число ячеек в единице объема. Такая щель в спектре оптических магнонов экспериментально обнаружена в кристаллах CoF_2 ⁽⁷⁾ и FeF_2 ⁽⁸⁾. Именно внутри этой щели и появляются интересные нас ПМПП. Прежде чем перейти к исследованию последних, кратко рассмотрим связь между частотами ω_l , ω_l и объемными параметрами антиферромагнетика, обычно используемыми в теории спиновых волн ⁽⁹⁾. Для этого введем частоту

$$\omega_s = \omega_l N \varphi^2 \chi^{-1}. \quad (1)$$

Тогда получим $\omega_l^2 = \omega_l^2 + \omega_l \omega_s$, $\varphi^2 = \frac{m}{N} \omega_s \omega_l$.

Намагниченность насыщения одной магнитной подрешетки M_s и эффективное магнитное поле

$$H_s = H_e + \frac{1}{2} H_A \quad (2)$$

(H_e — поле обмена, H_A — поле анизотропии) в рассматриваемой модели ⁽⁵⁾ могут быть записаны в виде $M_s = N\varphi a$, $\varphi H_s = a\chi$, где a — постоянная спиновой решетки. Полагая $\omega_l = \gamma \sqrt{2H_A H_s}$ ($\gamma = eg/2m_0c$ — магнетомеханическое отношение) и учитывая, что $\omega_l M_s = \omega_s H_s$, получим

$$\omega_s = \gamma M_s \sqrt{\frac{2H_A}{H_s}}, \quad \omega_l = \gamma \sqrt{(2H_s + M_s)H_A}, \quad \varphi = \gamma \sqrt{\frac{2m}{N} M_s H_A}, \quad \chi = m\gamma^2 H_A H_s.$$

3. Пусть изотропный неполярный полупроводник занимает область пространства $z > 0$, а область $z < 0$ — двухподрешеточный антиферромагнетик (АФ) с магнитной анизотропией типа „легкая ось“ (например, MnF_2 или другой кристалл, принадлежащий к точечной группе 4/ммм). Будем считать, что вектор намагниченности $\vec{M}_s$ каждой подрешетки в АФ направлен вдоль оси оптической анизотропии 4-го порядка $\vec{C} \parallel oz$; в этом же направлении ориентированы поле анизотропии $\vec{H}_A$ и поле обмена $\vec{H}_e$. Тогда тензора магнитной и диэлектрической проницаемостей АФ имеют вид

$$\hat{\mu} = \begin{pmatrix} \mu_{\perp}(\omega) & 0 & 0 \\ 0 & \mu_{\perp}(\omega) & 0 \\ 0 & 0 & \mu_{\perp}(\omega) \end{pmatrix}, \quad \hat{\epsilon} = \begin{pmatrix} \epsilon_{\perp} & 0 & 0 \\ 0 & \epsilon_{\perp} & 0 \\ 0 & 0 & \epsilon_{\parallel} \end{pmatrix},$$

где $\mu_{\perp}(\omega)$ в окрестности антиферромагнитного резонанса равна ⁽⁵⁾

$$\mu_{\perp}(\omega) = \frac{\omega_l^2 - \omega_l^2}{\omega^2 - \omega_l^2}, \quad (3)$$

$\epsilon_{\parallel}$ и $\epsilon_{\perp}$ — не зависящие от частоты диэлектрические проницаемости кристалла вдоль и поперек оптической оси. Заметим, что при $\omega \rightarrow 0$ $\mu_{\perp}(\omega)$ стремится к значению статической магнитной проницаемости АФ

$$\mu_0 = \frac{\omega_l^2}{\omega_l^2} = 1 + \frac{M_s}{2H_s}. \quad (4)$$

Пусть рассматриваемый полупроводник обладает одним сортом носителей (для определенности — электронами), а его высокочастотные свойства описываются скалярной диэлектрической проницаемостью

$$\epsilon_n(\omega) = \epsilon_{\infty} \left(1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} \right), \quad \omega_p^2 = \frac{4\pi n e^2}{\epsilon_{\infty} m^*}, \quad (5)$$

где n и m^* — концентрация и эффективная масса свободных носителей заряда, ϵ_{∞} — высокочастотная диэлектрическая проницаемость кристаллической решетки. Будем считать, что в области $z > 0$, занятой полупроводником, поля $\sim e^{i(\vec{k}\vec{r} - \omega t)}$, $\vec{k} = (k_{\parallel}, 0, k_z)$ и описываются уравнениями Максвелла

$$\omega \vec{D} = -[\vec{k} \vec{H}], \quad \omega \vec{B} = [\vec{k} \vec{E}], \quad (6)$$

где $\vec{D} = \varepsilon_n(\omega)\vec{E}$, $\vec{B} = \vec{H}$, а в области $z < 0$ (АФ) поля $\sim e^{i(\vec{k}_g \vec{r} - \omega t)}$, $\vec{k}_g = (k_{\parallel}, 0, k_{gz})$ и описываются инверсионно-сопряженными уравнениями Максвелла—Иосифьяна (6)

$$[\vec{k}_g \vec{E}_g] = -\omega \vec{B}_g, [\vec{k}_g \vec{H}_g] = \omega \vec{D}_g, \quad (7)$$

где $\vec{B}_g = \hat{\mu} \vec{H}_g$, $\vec{D}_g = \hat{\varepsilon} \vec{E}_g$. Из (6) получим два решения: поперечную ТЕ-волну $\vec{E} = (0, E, 0)$, $\vec{H} = \frac{E}{\omega} (-k_z, 0, k_{\parallel})$ и продольную-поперечную ТН-волну $\vec{H} = (0, H, 0)$, $\vec{E} = \frac{H}{\omega \varepsilon_n(\omega)} (k_z, 0, -k_{\parallel})$ с одним и тем же дисперсионным соотношением

$$k_z^2 = \omega^2 \varepsilon_n(\omega) - k_{\parallel}^2. \quad (6a)$$

Аналогично из (7) получим ТЕ-волну с дисперсионным соотношением

$$k_{gz}^2 = \mu_{\perp}(\omega)(\omega^2 \varepsilon_{\perp} - k_{\parallel}^2) \quad (7a)$$

и ТН-волну с дисперсионным соотношением

$$k_{gz}^2 = \varepsilon_{\perp} \left(\omega^2 \mu_{\perp}(\omega) - \frac{k_{\parallel}^2}{\varepsilon_{\parallel}} \right). \quad (7b)$$

Для существования поверхностной волны необходимо, чтобы $\text{Im} k_z > 0$, $\text{Im} k_{gz} < 0$. Используя условия непрерывности касательных составляющих полей на границе раздела (4), а также (6a) и (7b), легко показать, что поверхностная ТН-волна характеризуется дисперсионным уравнением

$$\frac{k_{\parallel}^2}{\omega^2} = \frac{\varepsilon_n^3(\omega) - \mu_{\perp}(\omega) \varepsilon_{\perp}^{-1}}{\varepsilon_n^2(\omega) - (\varepsilon_{\perp} \varepsilon_{\parallel})^{-1}} \quad (8)$$

и неравенствами $\varepsilon_n(\omega) < 0$, $k_{\parallel}^2 > \varepsilon_{\parallel} \omega^2 \mu_{\perp}(\omega)$. Заметим, что ТН-волна существует также в случае контакта полупроводник—немагнитный диэлектрик, но поверхностная ТЕ-волна существует лишь в случае контакта полупроводник—антиферромагнетик и поэтому представляет особый интерес. Эта волна характеризуется дисперсионным уравнением

$$\frac{k_{\parallel}^2}{\omega^2} = \frac{\varepsilon_n(\omega) \mu_{\perp}(\omega) - \varepsilon_{\perp}}{\mu_{\perp}(\omega) - 1} \quad (9)$$

и неравенствами $\mu_{\perp}(\omega) < 0$, $\varepsilon_{\perp} / \mu_{\perp}(\omega) < \varepsilon_n(\omega) < \frac{k_{\parallel}^2}{\omega^2} < \varepsilon_{\perp}$. (10)

Уравнение (9)—биквадратное относительно частоты ω , но только одно из его решений удовлетворяет условиям (10). Это значит, что существует только одна ТЕ-мода ПМПП:

$$\omega^2 = \frac{1}{2(1-\alpha)} \left[\omega_p^2 + \omega_l^2 - \alpha \omega_l^2 - \left\{ (\omega_p^2 + \omega_l^2 - \alpha \omega_l^2)^2 - 4(1-\alpha) \left[\omega_l^2 \omega_p^2 + \frac{k_{\parallel}^2}{\varepsilon_{\infty}} (\omega_l^2 - \omega^2) \right] \right\}^{\frac{1}{2}} \right], \quad (11)$$

где $\alpha = \epsilon_{\perp} / \epsilon_{\parallel} < 1$. Ширина области существования этой волны ограничена как сверху, так и снизу:

$$\max\{\omega_l, \omega(k_{\parallel}=0)\} < \omega < \min\left\{\frac{\omega_p}{\sqrt{1-\alpha}}, \omega_l\right\}. \quad (12)$$

Внутри этой области частота монотонно возрастает с увеличением $k_{\parallel}$. Если плазменная частота $\omega_p \leq \omega_l$, то нижняя граница зоны $\omega = \omega_l$, при этом длина волны ограничена как сверху, так и снизу: $k_1 < k_{\parallel} < k_2$. Если же $\omega_p > \omega_l$, то длина волны ограничена лишь снизу: $0 < k_{\parallel} < k_2$. Предельные значения k_1 и k_2 существенно зависят от концентрации ($\sim \omega_p^2$) свободных носителей заряда в полупроводниковом слое:

$$k_1 = \sqrt{\epsilon_{\infty}(\omega_l^2 - \omega_p^2)} \quad (13)$$

$$k_2 = \epsilon_{\infty}^{\frac{1}{2}} [4(\mu_0 - 1)(1 - \alpha)]^{-\frac{1}{2}} \cdot \{(\mu_0 - \alpha)^2 \omega_l^2 + 2\omega_p^2 [\alpha(\mu_0 - 1) - \mu_0(1 - \alpha)] + \omega_p^4 \omega_l^{-2}\}^{\frac{1}{2}}. \quad (14)$$

С увеличением концентрации носителей k_2 сначала убывает, достигает минимума при $\omega_p^2 = \omega_l^2(\alpha + \mu_0 - 2\alpha\mu_0)$ и затем монотонно возрастает. Таким образом, как границы, так и ширина области существования ПМПП (12) очень чувствительны к параметрам обеих контактирующих сред: ω_l , ω_l и ω_p . Это значит, что путем изменения концентрации носителей в полупроводнике (например, с помощью света) можно управлять шириной разрешенной зоны ПМПП. При $\omega_p > \omega_l$ нижняя граница этой зоны $\omega = \omega(k_{\parallel}=0)$ монотонно возрастает с увеличением концентрации носителей, при этом ширина области существования сужается и может быть сделана сколь угодно узкой. Это обстоятельство является специфической особенностью границы раздела АФ-полупроводник и может быть использовано для изготовления узкополосных фильтров поверхностных электромагнитных волн, а также для создания управляемых линий задержки.

Таким образом результаты, полученные в серии работ (^{5,10}) и настоящей, представляют интерес как с точки зрения новых экспериментальных исследований в области электромагнитных свойств антиферромагнетиков, так и с точки зрения прикладных работ в области инфракрасной техники и оптоэлектроники.

Институт радиофизики и электроники
Академии наук Армянской ССР

Ռ. Հ. ԹԱՐԽԱՆՅԱՆ

Կիսահաղորդիչ-անտիֆերոմագնետիկ բաժանման սահմանի վրա մակերևութային էլեկտրամագնիսական ալիքների տեսության շուրջը

Ցույց է տրված, որ կիսահաղորդիչ-անտիֆերոմագնետիկ բաժանման սահմանով կարող են տարածվել նոր տեսակի մակերևութային ալիքներ, որոնք իրենցից ներկայացնում են մագնոնների, պլազմոնների և էլեկտրա-

մագնիսական տատանումների յուրահատուկ խառնուրդ: Ստացված են այդպիսի ալիքների գոյության պայմանները և հետազոտված են նրանց դիսպերսիոն առնչությունները ինֆրակարմիր դիապազոնում: Ցույց է տրված, որ այդ ալիքների տարածման հաճախային տիրույթի լայնությունը կարելի է փոփոխել (մասնավորապես՝ նեղացնել), «ղեկավարելով» այն կիսահաղորդիչ շերտի ազատ լիցքերի խտությունը փոխելու միջոցով:

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

¹ Поверхностные поляритоны. Под ред. В. М. Аграновича и Д. Л. Миллса, Наука, М., 1985. ² R. G. Tarkhanian, Phys. Status Solidi (b), 72, №1 (1975). ³ Л. Э. Гуревич, Р. Г. Тарханян, ФТТ, т. 17, №7 (1975). ⁴ Р. Г. Тарханян, В. Р. Симонян, ДАН АрмССР, т. 81, №1 (1985). ⁵ Р. Г. Тарханян, ДАН АрмССР т. 84, №1 (1987) ⁶ А. Г. Иосифьян, ДАН АрмССР, т. 51, №1 (1970). ⁷ К. М. Haussler, Phys. Status Solidi (b), 105, p. K81 (1981). ⁸ R. W. Sanders, R. M. Belanger, M. Motokawa. e. a., Phys. Rev., B 23, 1190 (1981). ⁹ А. И. Ахуезер, В. Г. Барьяхтар, С. В. Пелетминский, Спиновые волны. Наука, М., 1967. ¹⁰ Р. Г. Тарханян, ДАН АрмССР, т. 84, №2 (1987).

УДК 539.3

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

В. Н. Акопян

О передаче нагрузки от неоднородной полубесконечной накладки к упругой полуплоскости

Рассмотрена контактная задача, когда упругая полуплоскость по своей границе усилена неоднородной частного типа полубесконечной накладкой. Случай однородной накладки рассмотрен в известной работе Койтера ⁽¹⁾ и в других работах, приведенных в ⁽²⁾. Общий случай неоднородности накладки рассмотрен в монографии ⁽³⁾, где задача сведена к интегральному уравнению Фредгольма, разрешаемому методом последовательных приближений.

В настоящей работе методом, описанным в ⁽¹⁾, построено замкнутое решение указанной задачи в частном случае, когда модуль упругости накладки по ее длине изменяется по степенному закону.

1. Пусть упругая полуплоскость, находящаяся в обобщенном плоском напряженном состоянии, с модулем упругости E_2 и коэффициентом Пуассона ν_2 по своей границе $y=0$ усилена неоднородной полубесконечной накладкой малой высоты h с упругими характеристиками ν_1 и $E_s(x)$, загруженной на своем конце сосредоточенной силой. Предполагается, как и в работах ⁽¹⁻³⁾, что накладка рассматривается как одномерный упругий континуум.

Требуется определить закон распределения касательных контактных напряжений под накладкой, коэффициент их интенсивности на ее конце, а также закон распределения осевых напряжений в ней, когда модуль ее упругости изменяется по степенному закону.

Решение сформулированной задачи сводится к решению следующего интегродифференциального уравнения ⁽³⁾:

$$-\frac{2}{\pi E_2} \int_0^{\infty} \frac{\tau_-(u) du}{u-x} + \frac{1}{A_s E_s(x)} \left[d \int_0^x \tau_-(u) du - p \right] = 0, \quad (1.1)$$

$$(0 < x < \infty)$$

где $\tau_-(x)$ — неизвестные контактные напряжения, A_s — площадь поперечного сечения накладки, d — ее ширина, а $E_s(x) = E_1 \cdot E(x)$.

Поскольку осевые деформации накладки на бесконечности исчезают, то приходим к условию

$$d \int_0^{\infty} \tau_-(u) du = p. \quad (1.2)$$

Далее, следуя работам ^(1,3), введем безразмерные величины

$$x = \frac{E_1 A_s}{E_2 d} \xi; \quad u = \frac{E_1 A_s}{E_2 d} \eta; \quad \tau = \frac{E_2 p}{E_1 A_s} \tau; \quad \lambda^*(\xi) = E^{-1} \left(\frac{E_1 A_s}{E_2 d} \xi \right),$$

после чего уравнение (1.1) примет вид

$$-\frac{2}{\pi} \int_0^\infty \frac{\tau(\eta)}{\eta - \xi} d\eta + \lambda^*(\xi) \left[\int_0^\xi \tau(\xi) d\xi - 1 \right] = 0; \quad (0 < \xi < \infty), \quad (1.3)$$

а условие (1.2) — вид

$$\int_0^\infty \tau(\eta) d\eta = 1 \quad (1.4)$$

2. В дальнейшем положим $\lambda^*(\xi) = \xi^{-\alpha}$ ($-1 < \alpha < 1/2$). Тогда замкнутое решение уравнения (1.3) при условии (1.4), как в ⁽¹⁾, можно построить при помощи интегрального преобразования Меллина. С этой целью введем в рассмотрение это преобразование:

$$T_0(s) = \int_0^\infty \tau(\xi) \xi^{s-1} d\xi,$$

и в соответствии с ним обе части уравнения (1.3) умножим на ξ^{s-1} и проинтегрируем от $\xi=0$ до $\xi=\infty$. После некоторых операций, используя результаты ⁽¹⁾, получим следующее разностное функциональное уравнение:

$$T_0(s+1-\alpha) + 2(s-\alpha) \operatorname{ctg} \pi s T_0(s) = 0, \quad (2.1)$$

которое, согласно (1.4), должно рассматриваться при условии

$$T_0(1) = 1. \quad (2.2)$$

Для обоснования указанных операций, приводящих к уравнению (2.1), на функцию $\tau(x)$ должны быть наложены известные ограничения ⁽¹⁾, которые полностью укладываются в общую рамку предположений, принятых в плоской теории упругости ⁽⁴⁾.

На основании этих предположений можно показать, что уравнение (2.1) имеет место в полосе регулярности $0 < b < \operatorname{Res} < 1$. Как и в ⁽¹⁾, легко доказать, что функция $T_0(s)$ регулярна в более широкой полосе $b < \operatorname{Res} < 2-\alpha$.

Приступим к решению (2.1). С этой целью положим

$$T_0(s) = 2[2(1-\alpha)]^{(s-1)/(1-\alpha)} \Gamma\left(\frac{s-\alpha}{1-\alpha}\right) \{\sin[\pi s/2(1-\alpha)]\}^{-1} Y(s). \quad (2.3)$$

Тогда (2.1) преобразуется в уравнение

$$Y(s+1-\alpha) + \operatorname{ctg}[\pi s/2(1-\alpha)] \operatorname{ctg} \pi s Y(s) = 0, \quad (2.4)$$

а условие (2.2) — в условие

$$Y(1) = \frac{1}{2} \sin[\pi/2(1-\alpha)] \quad (2.5)$$

Теперь введем логарифмическую производную от функции $Y(s)$, т. е. обозначим $X(s) = Y'(s)/Y(s)$. Тогда уравнение (2.4) сводится к следующему разностному уравнению с постоянными коэффициентами:

$$X(s+1-\alpha) - X(s) = -2\pi \left\{ \frac{1}{\sin 2\pi s} + \frac{1}{2(1-\alpha)\sin[\pi s/(1-\alpha)]} \right\}, \quad (2.6)$$

которое имеет место в полосе регулярности $b < \text{Res} < 1-\alpha$.

Замкнутое решение (2.6) строится при помощи двустороннего преобразования Лапласа и имеет вид

$$X(s) = -\frac{1}{2\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{(1-\alpha)w}}{e^{(1-\alpha)w} - 1} F(w) e^{-sw} dw \quad (2.7)$$

$$F(w) = 2\pi i \left[\frac{e^w}{1+e^{w/2}} - \frac{e^{(1-\alpha)w}}{1-e^{(1-\alpha)w}} \right]; \quad (b < \text{Res} < 1-\alpha).$$

Далее, определяя функцию $Y(s)$ и используя (2.5), для $T_0(s)$ получим следующее выражение:

$$T_0(s) = [2(1-\alpha)]^{\frac{s-1}{1-\alpha}} \Gamma\left(\frac{s-\alpha}{1-\alpha}\right) \frac{\sin[\pi/2(1-\alpha)]}{\sin[\pi s/2(1-\alpha)]} \exp \left[\int_1^s X(s) ds \right], \quad (2.8)$$

После чего легко определить контактные напряжения по формуле обратного преобразования Меллина

$$\tau(x) = \frac{1}{2\pi i} \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} T_0(s) x^{-s} ds; \quad (0 < b < c < 2-\alpha). \quad (2.9)$$

Отметим, что в общем случае определить функцию $X(s)$ в явном виде не удастся. Но во многих частных случаях показателя α легко можно определить эту функцию и получить для контактных напряжений довольно простые расчетные формулы. А именно, при $\alpha = 1/4, -1/2$ для функций $X(s)$, $T_0(s)$ и $\tau(x)$, соответственно, получаются следующие простые выражения:

$$\begin{aligned} X(s) &= \pi \left\{ \frac{1}{\sin 2\pi s} - \frac{1}{\cos 2\pi s} + \frac{2}{3\sin(4\pi s/3)} + \frac{4\cos(4\pi s/3)}{\sin 4\pi s} \right\}; \\ T_0(s) &= -(3/2)^{4(s-1)/3-1/2} \frac{\Gamma(4s/3-1/3)\sin(4\pi s/3)}{\cos \pi s \sin \pi(1/4-s)}; \\ \tau(x) &= \frac{2}{\sqrt{6}} \left\{ \sqrt{2/x} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^{3k}}{(3/2)^{(4k+2/3)}\Gamma(4k+2/3)} - \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^{3k+2}}{(3/2)^{4(k+1)-3/2}(4k+3)!} \right. \\ &\quad - \frac{1}{2} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^{3k-1/4}}{(3/2)^{4k-1/2}(4k)!} - \frac{2\sqrt{2}}{2} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^{3k+1/4}}{(3/2)^{4k+2/3}\Gamma(4k+5/3)} + (0 < x < \infty) \\ &\quad + \frac{9}{\pi} \sum_{k=0}^{\infty} \left[\frac{4}{3\sqrt{6}} (1 - \ln(2/3)) - \frac{3}{2} \ln x + \psi(4k+2) + \frac{2\pi}{\sqrt{6}} + \frac{\pi}{9\sqrt{2}} \right] \times \\ &\quad \times \frac{x^{3k+1/2}}{(3/2)^{4k+3}(4k+1)!} + \frac{3}{2\sqrt{6}\pi} \sum_{k=0}^{\infty} \left[\frac{\pi}{\sqrt{3}} + \frac{3}{2} \left(\frac{4}{3} \ln(2/3) + \ln x \right) - \right. \end{aligned}$$

$$-2\psi(4k+3) \left] \frac{x^{3k+5/4}}{(3/2)^{4k+3}(4k+2)!} \right\}; \quad X(s) = \frac{2\pi}{3} \frac{2+3\cos(2\pi s/3)+\cos(4\pi s/3)}{\sin 2\pi s};$$

$$T_0(s) = -\frac{2}{\sqrt{3}} (3)^{2(s-1)/3} \Gamma(2s/3-1/3) \frac{\sin(2\pi s/3)}{\cos \pi s};$$

$$\begin{aligned} \tau(x) = & \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k x^{3k-1/2}}{3^{2k+5/6} \Gamma(2k+1/3)} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{2(-1)^k x^{3k-1}}{3^{2k-1/2}(2k-1)!} + \\ & + \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k x^{3k+1/2}}{3^{2k+3/2}(2k)!} + \frac{2\ln 3 - \pi/2 - 2\ln x}{24\pi} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k x^{3k+1/2}}{3^{2k}(2k)!} + \\ & + \frac{1}{2\pi} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-1)^k \psi(2k+1)}{3^{2k+1}(2k)!} x^{3k+1/2}, \quad (0 < x < \infty) \end{aligned}$$

где $\psi(x)$ — известная пси-функция Эйлера.

В случае же $\alpha=1/2$ из (2.3) сразу находим

$$T_0(s) = -2\Gamma(2s-1)/\cos \pi s,$$

а для контактных напряжений будем иметь

$$\tau(x) = \frac{2}{\pi \sqrt{x}} \left\{ \frac{\pi}{2} \sin(\sqrt{x}) - \cos(\sqrt{x}) \ln x + \sum_{k=0}^{\infty} \frac{2(-1)^k \psi(2k+1)}{(2k)!} x^k \right\}, \quad (0 < x < \infty)$$

Автор выражает благодарность С. М. Мхитаряну за обсуждение работы и ценные указания.

Институт механики
Академии наук Армянской ССР

Վ. Ն. ՀԱԿՈՅԱՆ

Առաձգական կիսահարթությանը անհամասեռ կիսաանվերջ վերադիրից ուժի փոխազդման մասին

Դիտարկված է առաձգական կիսահարթության և անհամասեռ կիսաանվերջ վերադիրի կոնտակտային փոխազդեցության խնդիրը, երբ վերադիրի առաձգական մոդուլը փոխվում է աստիճանային օրենքով:

Օգտվելով Մելինի ձևափոխությունից խնդրի բնութագրիչ ինտեգրոդիֆերենցիալ հավասարումը բերված է տարբերության ֆունկցիոնալ հավասարման և կառուցված է այդ հավասարման փակ լուծումը:

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ W. T. Koiter, The Quart. Journ. Mech. and Appl. Math., v. VIII, pt. 1, p. 164—178 (1955). ² Развитие теории контактных задач в СССР, М., Наука, 1976. ³ В. М. Александров, С. М. Мхитарян, Контактные задачи для тел с тонкими покрытиями и прослойками, М., Наука, 1983. ⁴ Н. И. Мусхелишвили, Некоторые основные задачи математической теории упругости, М., Наука, 1973.

УДК 535.341

ФИЗИКА

Г. Г. Демирханян, Р. Б. Костанян, Ф. П. Сафарян, Т. В. Санамян

Исследование кроссрелаксационных процессов
в $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Er}^{3+}$

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаеляном 1/X 1986)

Анализ штарковской структуры иона Er^{3+} в LuAlG показывает, что в этой системе имеются два канала резонансной кроссрелаксации (КР):

$$[{}^4\text{S}_{3/2}, {}^4\text{I}_{15/2}] \rightarrow [{}^4\text{I}_{9/2}, {}^4\text{I}_{13/2}]; \quad (\text{А})$$

$$[{}^4\text{S}_{3/2}, {}^4\text{I}_{15/2}] \rightarrow [{}^4\text{I}_{13/2}, {}^4\text{I}_{9/2}], \quad (\text{Б})$$

которые при достаточно больших концентрациях ионов Er^{3+} могут оказывать существенное воздействие на работу трехмикронного лазера (канал ${}^4\text{I}_{11/2} \rightarrow {}^4\text{I}_{13/2}$) ⁽¹⁾

В настоящей работе приводятся результаты исследований затухания возбуждения с уровня ${}^4\text{S}_{3/2}$ иона Er^{3+} в LuAlG , а также вычисления вероятностей КР переходов (А) и (Б), индуцированных мультиполь-мультипольным взаимодействием (МПП) (включая вынужденные диполь-дипольные переходы (ВДП)) и электрон-фоонным взаимодействием примесных ионов с колебаниями решетки (ЭФП). Использовались кристаллы LuAlG с содержанием от 1 до 100 ат% ионов эрбия. Определялись относительные квантовые выходы люминесценции (ОКВЛ) уровней ${}^4\text{S}_{3/2}$, ${}^4\text{F}_{9/2}$, ${}^4\text{I}_{11/2}$.

Возбуждение люминесценции осуществляли лазерным излучением с длиной волны 0,53 мкм и длительностью 20 нс через промежуточный уровень ${}^2\text{H}_{11/2}$. Люминесценция наблюдалась на длинах волн 0,86, 0,67 и 1,03 мкм. Измерения проводили при температурах 300 и 77К. На рисунке показаны зависимости ОКВЛ от концентрации. Тот факт, что ОКВЛ уровней ${}^4\text{S}_{3/2}$ и ${}^4\text{F}_{9/2}$ быстро падает с увеличением концентрации, а ОКВЛ уровня ${}^4\text{I}_{11/2}$ изменяется не намного (что соответствует собственному концентрационному тушению уровня ${}^4\text{I}_{11/2}$), свидетельствует о том, что тушение люминесценции уровня ${}^4\text{S}_{3/2}$ обусловлено КР переходами. При понижении температуры величина ОКВЛ резко увеличивается, что связано с ухудшением условия резонанса для КР переходов.

Как известно, при отсутствии миграции энергии распад возбуждения донорной подсистемы при низких концентрациях описывается следующим выражением ⁽²⁾:

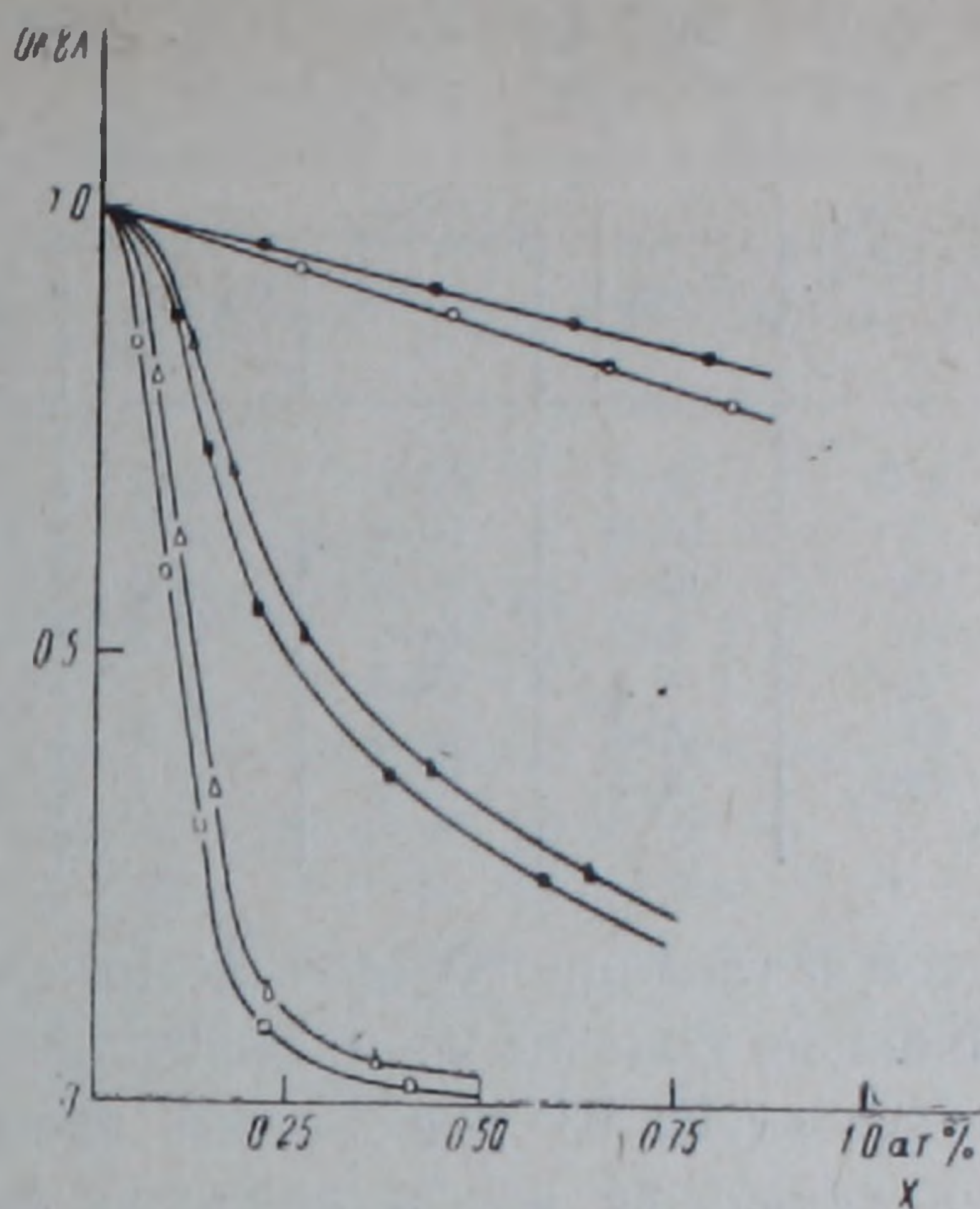
$$\rho(t) = \exp[-t/\tau_0 - \sigma(t/\tau_0)^{3/k}], \quad (1)$$

а при больших концентрациях ⁽³⁾ —

$$\rho(t) = \exp \left[-t/\tau_0 - (N_A/N_0) \times \right. \\ \left. \times \sum_{i=1}^N W(R_i) t \right], \quad (2)$$

где τ_0 — время внутрицентральной релаксации энергии возбуждения донора $\tau_0(^4S_{3/2}) = 13,5$ мкс ⁽⁴⁾; N_A — концентрация акцепторов, $N_0 = 1,4 \times 10^{22}$ см⁻³ — число узлов решетки, доступных акцептору; $\alpha = 4\pi/3\Gamma(1-3/k)N_A R_0^3$, $\Gamma(x)$ — гамма функция, k — степень мультипольности взаимодействия, индуцирующего перенос; $W(R)$ — вероятность элементарного акта передачи энергии в паре донор-акцептор; рас-

стояние R_0 определяется из условия $W(R_0) \cdot \tau_0 = 1$. Для кристаллов (■), $^4F_{9/2}$ (▲), $^4I_{11/2}$ (●) при $T=77$ К типа граната решеточные суммы,



Зависимости относительных квантовых выходов люминесценции уровней $^4S_{3/2}$ (□), $^4F_{9/2}$ (Δ), $^4I_{11/2}$ (○), при $T=300$ К и $^4S_{3/2}$ (■), $^4F_{9/2}$ (▲), $^4I_{11/2}$ (●) при $T=77$ К

входящие в (2), можно вычислить, используя данные, приведенные в ⁽⁵⁾. Из (1) и (2) нетрудно определить характерное время τ_e , за которое населенность возбужденного уровня донора уменьшается в e раз. Очевидно, что в случае отсутствия переноса $\tau_e = \tau_0$. Если же в процессах распада доноров необходимо учитывать процессы переноса энергии возбуждения доноров к акцепторам, то из (1) легко получить уравнение $(\tau_e/\tau_0) + \alpha(\tau_e/\tau_0)^{3/k} = 1$, определяющее величину τ_e для малых концентраций акцепторов; для больших концентраций из (2) находим $\tau_e/\tau_0 = [1 + (N_A/N_0) \cdot \sum_i W(R_i)]^{-1}$. Вычисления, проведенные по формулам работ ^(6,7), показали, что величина вероятности миграции энергии по уровням $^4S_{3/2}$ мала по сравнению с вероятностью КР переходов (А) и (Б). Для вероятностей элементарных актов КР переходов (А) и (Б), индуцированных ЭФП ($W_{эф}$), ММП ($W_{мм}$) и ВДП ($W_{вд}$) механизмами, получены следующие значения:

$$\begin{aligned} W_{эф}(A) &= 2,5 \cdot 10^{-38} \cdot R^{-6} \cdot S & W_{эф}(B) &= 1,8 \cdot 10^{-41} \cdot R^{-6} \cdot S \\ W_{мм}(A) &= 2,4 \cdot 10^{-97} \cdot R^{-14} \cdot S & W_{мм}(B) &= 2 \cdot 10^{-158} \cdot R^{-22} \cdot S, \\ W_{вд}(A) &= 5,1 \cdot 10^{-37} \cdot R^{-6} \cdot S & W_{вд}(B) &= 6,6 \cdot 10^{-38} \cdot R^{-6} \cdot S \end{aligned} \quad (3)$$

где S — интеграл перекрытия функций спектрального распределения электронных переходов, происходящих в донорном и акцепторном ионах.

Используя выражения (3), можно определить величину τ_e для различных механизмов передачи. Результаты таких вычислений све-

Вероятности кроссрелаксационных переходов (расчетная и экспериментальная) с уровня $^4S_{3/2}$ иона эрбия в LuAlG для различных механизмов передачи энергии

N_A/N_0 $\times 100\%$	Расч. МКС									Тэкс, МКС
	ЭФП			ММП			ВДП			
	Канал А	Канал Б	Сумм. распад	Канал А	Канал Б	Сумм. распад	Канал А	Канал Б	Сумм. распад	
2,7	12,6	13,5	12,6	13,3	13,3	13,2	9,7	10,7	7,7	12,5
8	10,9	13,4	10,9	12,9	13,2	12,8	5,3	6,8	3	10
15	9,1	13,4	9,2	12,1	12,9	12,0	2,1	4,0	1,1	9
30	6,2	13,4	6,2	11,4	12,8	11,2	1,0	1,6	0,3	7,5
50	5,1	13,3	5	4,1	13,3	4	0,4	1,6	~0	4,8
75	3,6	13,3	3,6	3	13,2	3	0,3	1,1	~0	2,7
100	3,1	13,3	3,1	2,4	13,1	2,4	0,2	0,9	~0	—

дены в таблицу. Из приведенных в ней значений видно, что концентрационное тушение люминесценции уровня $^4S_{3/2}$ иона Er^{3+} в основном обусловлено КР переходами, происходящими по схеме (А). Кроме того, сравнение рассчитанных и экспериментальных значений времени τ_e показывает, что при низких концентрациях ионов Er^{3+} КР переходы осуществляются преимущественно по электрон-фононному механизму, в то время как при больших концентрациях включается также механизм ММП. Это, очевидно, объясняется тем, что ММП (квадруполь-октупольной и квадруполь-шестипольной передачи) является в данном случае короткодействующим по сравнению с ЭФП и может конкурировать с ним при достаточно больших концентрациях акцепторов. Необходимо также отметить, что механизм ВДП приводит к завышенному по сравнению с экспериментальными данными значению для скорости переноса (см. таблицу). Такое расхождение можно объяснить тем, что для рассматриваемых здесь КР переходов мы используем численные значения параметров Джадда-Офелта, найденные из спектроскопических измерений, проведенных для других электронных переходов.

Институт физических исследований
Академии наук Армянской ССР

Գ. Գ. ԴԵՄԻՐՅԱՆՅԱՆ, Ռ. Բ. ԿՈՍՏԱՆՅԱՆ, Ֆ. Պ. ՍԱՅԱՐՅԱՆ, Տ. Վ. ՍԱՆԱՄՅԱՆ

Կրոսսռելաքսացիոն երևույթների ուսումնասիրումը $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Er}^{3+}$
բյուրեղներում

Բերված են լյուսեցիումի ալյումինային նոնաֆարի բյուրեղներում էրբիումի իոնների $^4S_{3/2}$ էլեկտրոնային մակարդակի մարման փորձառարական ուսումնասիրման արդյունքները: Էրբիումի իոնների կոնցենտրացիան փոփոխվել է 1-ից մինչև 100 առ.Պ տիրույթում: Էներգիայի փոխանցման տարրեր մեխանիզմների դիտարկմամբ կատարված է այդ մակարդակից կրոսսռելաքսացիոն անցումների հավանականության հաշվարկ:

Ծնթադրվում է, որ էներգիայի փոխանցման պատճառը Կուլոնյան և էլեկտրոն-ֆոնոնային փոխազդեցություններն են բյուրեղային իոնների միջև: Տեսական հաշվումները կատարված են այդ փոխազդեցությունների մատրիցական էլեմենտների քանակական հաշվարկի հիման վրա: Փորձնական տվյալների հետ համեմատությունը բերում է այն ենթադրությունը, որ կրոսոելաբ-սացիոն անցումներում հիմնական դերը պատկանում է էլեկտրոն-ֆոնոն մեխանիզմին:

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ В. И. Жеков, В. А. Лобачев, Т. М. Мурина и др., Квантовая электроника, т. 8, № 2 (1981). ² М. Inokuti, F. Hirogama, J. Chem. Phys., v. 43, № 6 (1965). ³ С. И. Голубов, Ю. В. Конобеев, ФТТ, т. 13, № 11 (1971). ⁴ Р. Б. Костанян, Т. В. Санамян, ДАН АрмССР, т. 81, № 3 (1985). ⁵ К. Б. Шерстнев, Опт. и спектр., т. 33, № 2 (1972). ⁶ Т. Kushida, Phys. Soc. Japan, v. 34, № 5 (1973). ⁷ F. P. Safaryan, G. G. Demirkhanyan, Sol. Stat. Commun., v. 56, № 2 (1985).

УДК 539.3

ФИЗИКА

А. О. Меликян, С. М. Саакян

Новый метод вычисления статсуммы системы, гамильтониан которой квадратичен по числам заполнения

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаеляном 18/XII 1986)

Довольно часто спектр системы, найденный по теории возмущений, есть квадратичная функция чисел заполнения и имеет следующий вид ⁽¹⁻⁴⁾:

$$E_{\{n_k\}} = \sum_k^N \omega_k n_k + \sum_{k,k'}^N A_{kk'} n_k n_{k'}, \quad (1)$$

где ω_k — гармоническая частота системы, $A_{kk'}$ — некая матрица, пропорциональная возмущению (ангармонизм). Так как энергия системы должна быть пропорциональна числу частиц в системе N , то $A_{kk'}$ должно быть пропорционально N^{-1} . Т. е. (1) можно записать, выделив из $A_{kk'}$ множитель $1/N$ ⁽⁴⁾:

$$E_{\{n_k\}} = \sum_k^N \omega_k n_k + \frac{1}{N} \sum_{k,k'}^N \alpha_{kk'} n_k n_{k'}. \quad (2)$$

Ввиду симметричности $\alpha_{kk'}$ имеет действительные собственные значения λ_s и действительные собственные вектора ψ_k^s , следовательно $\alpha_{kk'}$ можно записать в виде

$$\alpha_{kk'} = \sum_s^N \lambda_s \psi_k^s \psi_{k'}^s.$$

Тогда по определению статсуммы ⁽¹⁾

$$Z = \sum_{\{n_k\}} e^{-\beta \sum_k \omega_k n_k + \frac{1}{N} \sum_s \lambda_s u_s^2}, \quad (3)$$

где $u_s = \sum_k \psi_k^s n_k$. С помощью преобразования

$$e^{-a^2} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-t^2 + 2iat} dt \quad (4)$$

запишем Z как

$$Z = \sum_{\{n_k\}} e^{-\beta \sum_k \omega_k n_k} \int \dots \int \frac{\Pi dt_s}{(\pi)^{N/2}} e^{-\sum_s t_s^2 + 2it_s \left(\frac{\beta}{N}\right)^{1/2} \sum_s \lambda_s^{1/2} u_s t_s} =$$

$$= \int_{-\infty}^{+\infty} \dots \int \frac{\Pi dt_s}{(\pi)^{N/2}} e^{-\sum_s t_s^2} \sum_{\{n_k\}} e^{-\sum_k [\omega_k - 2i(\beta N)^{-1/2} \sum_s \lambda_s^{1/2} \psi_k^s t_s] n_k}.$$

Т. е. с помощью преобразования (4) мы получили в показателе экспоненты линейное по n_k выражение, что позволяет провести суммирование по всем состояниям $\{n_k\}$. Вводя новую переменную $t_s = Ny_s$, получим

$$Z = \left(\frac{N}{\pi}\right)^{N/2} \int \dots \int \Pi dy_s \cdot e^{-Ng(y)}, \quad (5)$$

где

$$g(y) = \sum_s y_s^2 + \frac{1}{N} \sum \ln(1 - e^{-\beta\omega_k + 2i\beta^{1/2} \sum_s \lambda_s^{1/2} \psi_k^s y_s}).$$

Поскольку N большое число, вычислим интеграл в (5) методом перевала. Система уравнений для определения перевальной точки имеет вид:

$$y_{s'} = \frac{1}{N} \sum_k \frac{i\beta^{1/2} \lambda_s^{1/2} \psi_k^s}{e^{\beta\omega_k - 2i\beta^{1/2} \sum_s \lambda_s^{1/2} \psi_k^s y_s} - 1}, \quad (6)$$

а ее решения чисто мнимые величины. Разложим $g(y)$ в окрестности перевальной точки $\bar{y}$: $g(y) = g(\bar{y}) + \sum_{ss'} g_{ss'} (y_s - \bar{y}_s)(y_{s'} - \bar{y}_{s'})$, где

$$g_{ss'} = \delta_{ss'} - \frac{\beta}{2N} \sum_k \frac{(\lambda_s \lambda_{s'})^{1/2} \psi_k^s \psi_k^{s'}}{\text{sh}^2(\beta\omega_k - 2i\beta^{1/2} \sum_s \lambda_s^{1/2} \psi_k^s \bar{y}_{s'})}. \quad (7)$$

Окончательно (5) равно

$$Z = \frac{e^{-Ng(\bar{y})}}{(\text{Det } g_{ss'})^{1/2}}.$$

Поскольку ψ_k^s из-за нормировки пропорционально $N^{-1/2}$, то второй член в (7) при $N \rightarrow \infty$ стремится к нулю. Следовательно выполняются условия сходимости детерминанта матрицы $g_{ss'}$ (5): а) $\Pi_s g_{ss} < \infty$; б) $\sum_{s \neq s'} g_{ss'}^2 < \infty$

в термодинамическом пределе. Конечный множитель, не зависящий от N , в статсумме может быть отброшен, и следовательно свободная энергия нашей системы равна

$$F = \frac{N}{\beta} g(\bar{y}). \quad (8)$$

Статсумму Z и свободную энергию F можно записать в более удобных переменных: $x_k = -i\beta^{1/2} \sum_s \lambda_s^{1/2} \psi_k^s \bar{y}_s$. Тогда (6) запишется в виде

$$x_{k'} = \frac{\beta}{N} \sum_k \frac{a_{kk'}}{e^{\beta\omega_k + 2x_k} - 1}, \quad (9)$$

и с учетом этого

$$\sum_s y_s^2 = \frac{1}{N} \sum_k \frac{x_k}{e^{\beta\omega_k + 2x_k} - 1}.$$

Следовательно

$$Z = \exp \left\{ - \sum_k \ln(1 - e^{-\beta\omega_k - 2x_k}) + \sum_k \frac{x_k}{e^{-\beta\omega_k + 2x_k} - 1} \right\}, \quad (10)$$

а свободная энергия

$$F = \frac{1}{\beta} \sum_k \ln(1 - e^{-\beta\omega_k - 2x_k}) - \frac{1}{\beta} \sum_k \frac{x_k}{e^{\beta\omega_k + 2x_k} - 1}. \quad (11)$$

Переменная x_k , как видно уже из этих соотношений, имеет смысл среднего сдвига частоты. Действительно, из (3) видно, что среднее число n_k равно $\bar{n}_k = (\partial F) / (\partial \omega_k)$. Продифференцировав (8) с учетом того, что y_s зависит от ω_k , через соотношение (6) получим

$$\bar{n}_k = \frac{1}{e^{\beta\omega_k + 2x_k} - 1}. \quad (12)$$

Следует отметить, что второй член в (11) с учетом (12) и (9) есть средняя энергия ангармонизма и свободную энергию можно записать

как $F = F_2 - \frac{1}{N} \sum_{k,k'} \alpha_{kk'} \bar{n}_k \bar{n}_{k'}$, где $\bar{n}_k$ определяется из (12) и (9).

Разложим (10) в ряд по x_k , считая его малым (т. е. считая малым ангармонизм $\alpha_{kk'}$):

$$Z = \left(1 - \frac{1}{N} \sum_k \frac{x_k}{e^{\beta\omega_k} - 1} \right) \prod_k \frac{1}{1 - e^{-\beta\omega_k}}.$$

С учетом соотношения (9) окончательно получим

$$Z = \left(1 - \frac{1}{N} \sum_{kk'} \frac{\alpha_{kk'}}{(e^{\beta\omega_k} - 1)(e^{\beta\omega_{k'}} - 1)} \right) \prod_k \frac{1}{1 - e^{-\beta\omega_k}}.$$

Тот же результат получается, если вычислить статсумму z из (1).

Институт физических исследований
Академии наук Армянской ССР

Ա. Հ. ՄԵԼԻՔՅԱՆ, Ս. Մ. ՍԱՀԱԿՅԱՆ

Լրացման թվերի նկատմամբ ֆառակուսային համիլտոնիան ունեցող
համակարգի վիճակագրական գումարի հաշվման նոր մեթոդ

Տվյալ աշխատանքում առաջարկված է համակարգի վիճակագրական
գումարի հաշվման նոր մեթոդ, որի համիլտոնյանը քառակուսային է լրաց-
ման թվերի նկատմամբ, երբ մասնիկների թիվը համակարգում ձգտում է
անվերջության:

Հաշվարկված է համակարգի ազատ էներգիան: Ցույց է տրված, որ փոքր անհարմոնիզմի դեպքում ազատ էներգիան համընկնում է գրգռումների տեսությանը ստացված արտահայտության հետ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Л. Д. Ландау, В. М. Лифшиц, Статистическая физика, Наука, М., 1976 ² Н. М. Плакида, В кн.: Статистическая физика и квантовая теория поля. Под ред. Н. Н. Боголюбова, Наука, М., 1973. ³ Р. Блинц, Б. Жекш, Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики, Мир, М., 1975. ⁴ Г. Лейбфрид, В. Людвиг, Теория ангармонических эффектов в кристаллах, ИЛ, М., 1963. ⁵ Э. Т. Уиттекер, Дж. Н. Ватсон Курс современного анализа, Физматгиз, М., 1963.

УДК 612.819.7:612.822

В. И. Погосян

Источники афферентных входов ядра лицевого нерва кошки

(Представлено академиком АН Армянской ССР В. В. Фанарджяном 8/1 1987)

Использование метода гидравлической инъекции растворов пероксидазы хрена (ПХ) в ядро лицевого нерва (ЯЛН) позволило многим исследователям обнаружить проекции различных образований центральной нервной системы в указанное ядро (¹⁻²). Целью настоящей работы было изучение внутриядерной топографии афферентных входов ЯЛН кошки посредством применения локальных микроионофоретических введений фермента в его морфо-функционально обособленные нейронные группировки (³⁻⁷).

Опыты были поставлены на 30 взрослых кошках под нембуталовым наркозом (50 мг/кг, внутривенно). С помощью стеклянных микропипеток (диаметр кончика 50—100 мкм), заполненных 10%-ным раствором высокоактивной ПХ (Boehringer, Sigma VI, Serva), которая растворялась в соответствующем буферном растворе (0,1 моль/л трис-буфере с pH 7,2 и 0,5 моль/л растворе хлористого калия), вводили в различные нейронные группировки ЯЛН под углом 60° по стереотаксическим координатам (⁸). Другие особенности эксперимента описаны ранее (⁹). Через 48 ч после инъекции фермента проводили повторную наркотизацию животного и перфузию мозга. Последний разрезали на блоки, из которых получали фронтальные срезы (100 мкм), окрашиваемые по методу Мезулама (^{10,11}). Для определения топографии меченых нейронов-мишеней были использованы атласы мозга кошки (^{8,12,13}).

На рис. 1 схематически показаны места микроионофоретических инъекций ПХ в различные отделы ЯЛН кошки. Как видно из рисунка, фермент был введен локально в медиальную, дорсомедиальную, вентромедиальную, латеральную и вентролатеральную нейронные группировки (диаметр кончика микропипетки 50—60 мкм), а в случае интермедиальной и дорсальной—инъекция ПХ была проведена одновременно в обе клеточные группировки микропипеткой, диаметр кончика которой был порядка 100 мкм.

Изучение топографии распределения нейронов-мишеней в различных образованиях центральной нервной системы показало, что на ЯЛН кошки, как видно из рис. 2, проецируется ряд структур мозга. Подтверждены связи с ЯЛН центрального серого вещества, большого и бледного ядер шва; билатеральные—ядра глазодвигательного нерва,

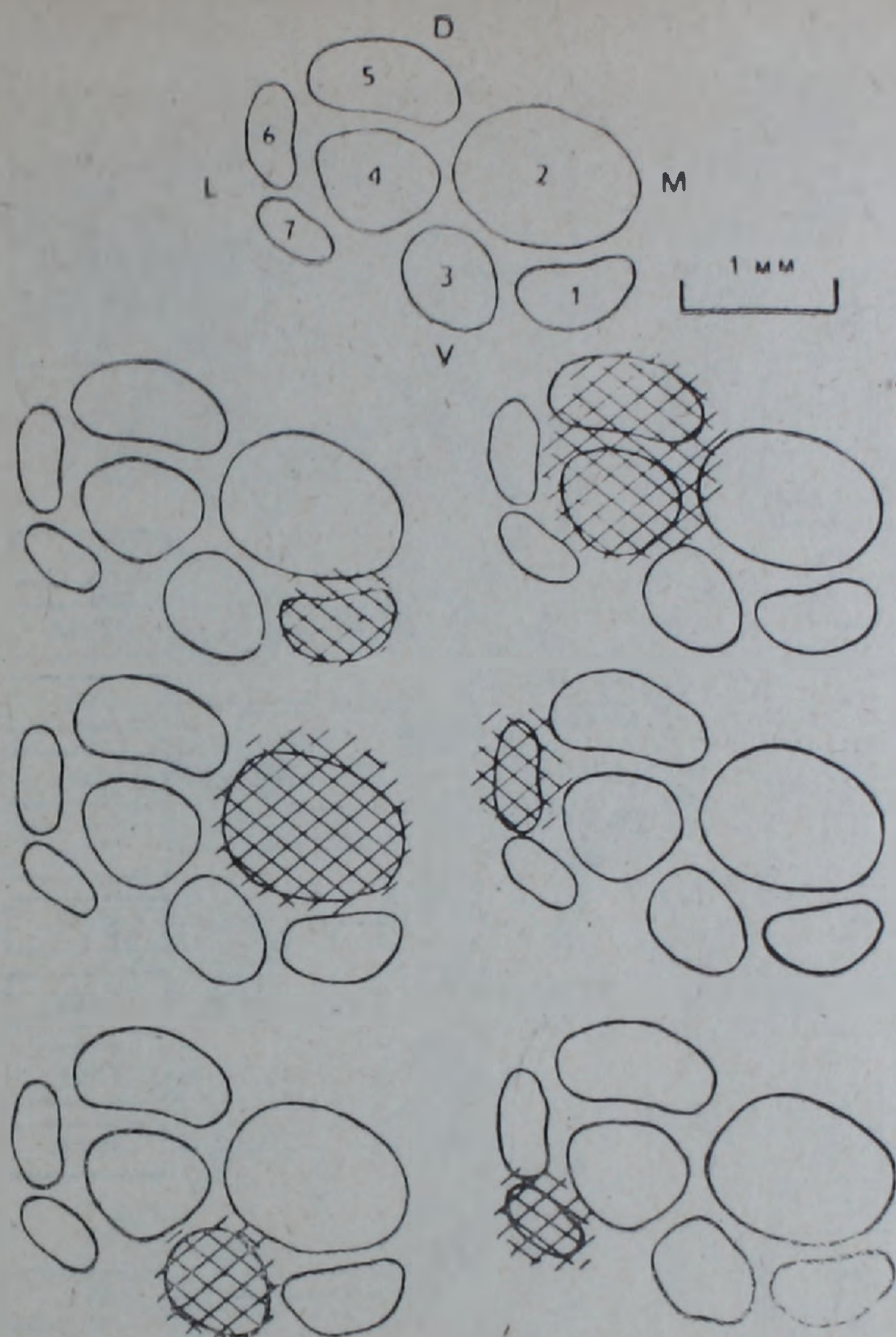


Рис. 1. Основные подразделения ядра лицевого нерва кошки и области микроионофоретических введений пероксидазы хрена. L—латеральная, M—медialная, V—вентральная, D—дорсальная стороны ядра. 1—медialная, 2—дорсомедialная, 3—центромедialная, 4—интермедialная, 5—дорсальная, 6—латеральная, 7—вентролатеральная нейронные группировки ядра лицевого нерва. Двойной и одинарной штриховкой обозначены зоны микроинъекций и диффузия фермента соответственно. Масштаб 1 мм.

ретикулярной формации продолговатого мозга; передних, боковых и задних рогов первых двух сегментов шейных отделов спинного мозга; медialного и нижнего вестибулярных ядер, а ипсилатеральные—интерстициального ядра Кахаля, ядра Даркшевича и каудального ядра тройничного тракта (1, 2, 14-16). Впервые были выявлены билатеральные входы в ЯЛН препозитарного ядра подъязычного нерва, орального ядра тройничного тракта, ядра подъязычного нерва, моторного ядра блуждающего нерва, интеркалярного ядра и медialного ядра одиночного пучка; ипсилатеральные—красного ядра и нейронов колена лицевого нерва, а контралатеральные—ретикулярной форма-

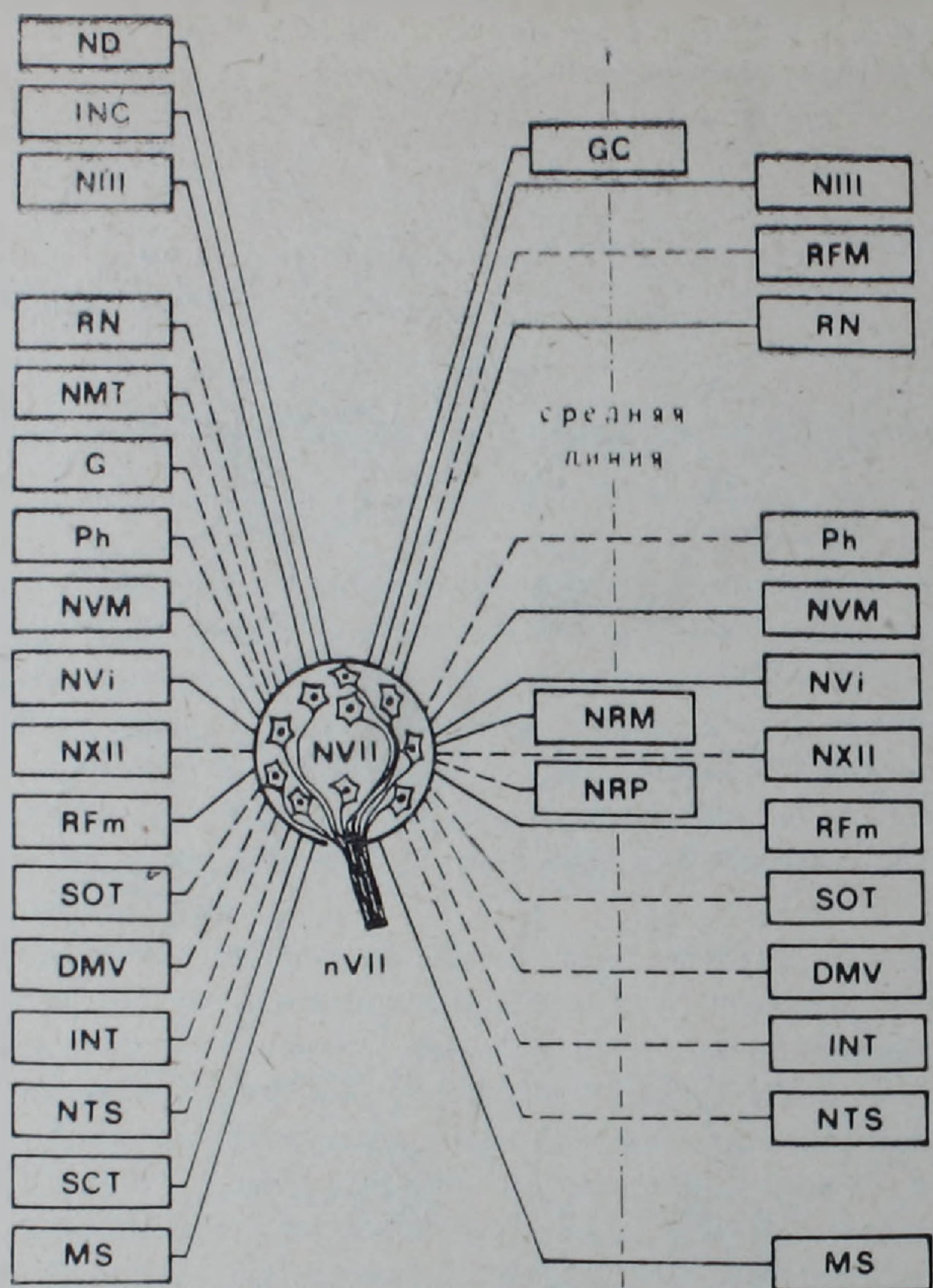


Рис. 2. Схематические связи различных структур ствола и спинного мозга с ядром лицевого нерва кошки, выявленные посредством ретроградного маркирования пероксидазой хрена нейронов-мишеней. NVII—ядро лицевого нерва, nVII—лицевой нерв, G—колени лицевого нерва, ND—ядро Даркшевича, INC—интерстициальное ядро Кахаля, NIII—ядро глазодвигательного нерва, GC—центральное серое вещество; RFM—ретикулярная формация среднего и RFm—продолговатого мозга; NMT—мезенцефалическое, SOT—оральное и SCT—каудальное ядра тройничного тракта; NVM—медиальное и NVi—нижнее вестибулярные ядра; NRM—большее и NRP—бледное ядра шва; Ph—препозитарное ядро подъязычного нерва, NXII—ядро подъязычного нерва, DMV—дорсальное моторное ядро блуждающего нерва, INT—интеркалярное ядро, NTS—медиальное ядро одиночного пучка; MS—передние, боковые и задние рога первых двух сегментов шейных отделов спинного мозга. Непрерывной линией обозначены подтвержденные связи, а пунктирной—выявленные впервые

ции среднего мозга. Следует добавить, что у опоссума ⁽¹⁷⁾ и лягушки ⁽¹⁸⁾ описаны проекции от медиального ядра одиночного пучка, а у крысы—от орального ядра тройничного тракта и ретикулярной формации среднего мозга ⁽¹⁹⁾.

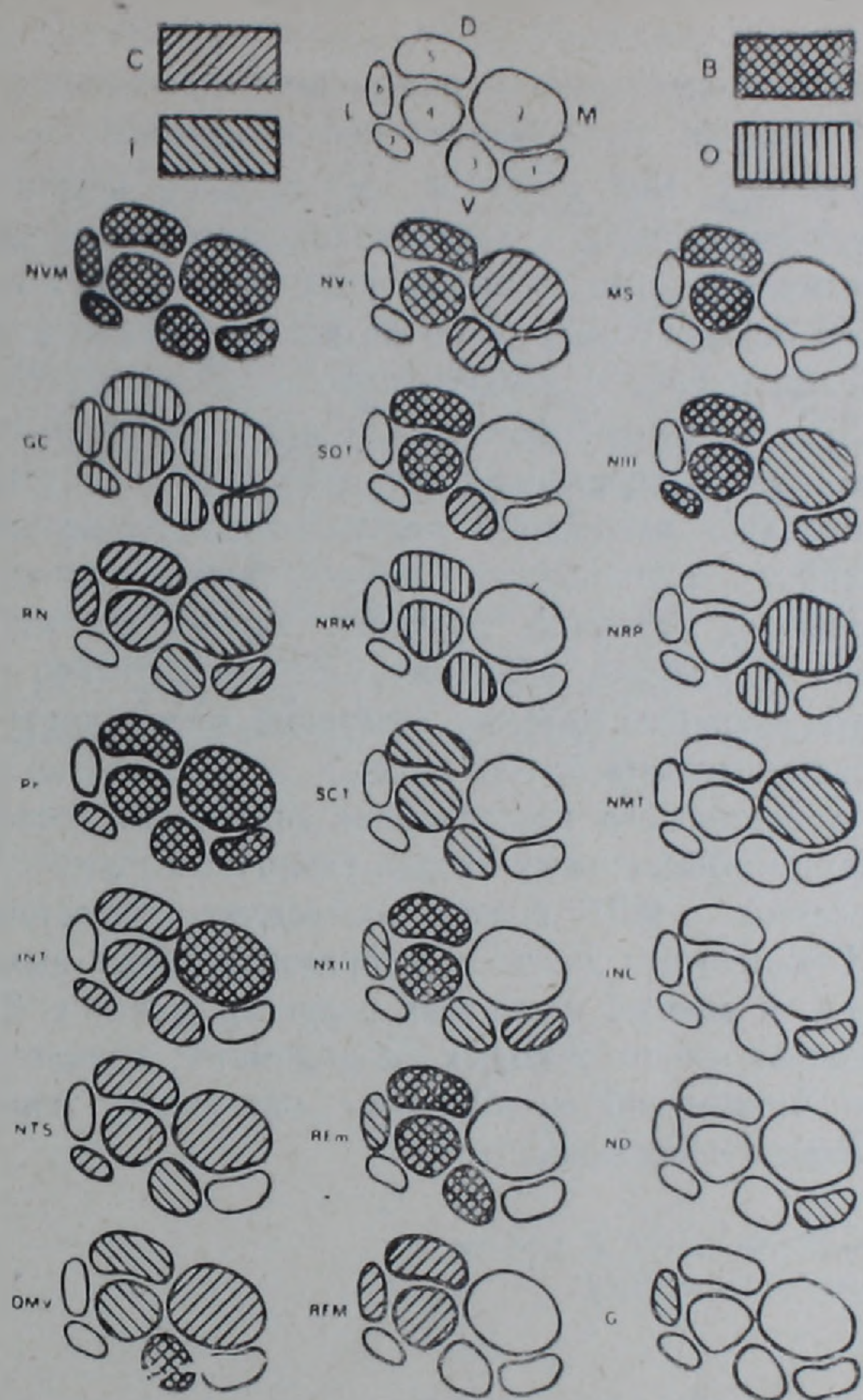


Рис. 3. Внутрядерная топография проекций различных образований мозга в ядре лицевого нерва кошки. С—области ядра лицевого нерва, получающие афферентные проекции из контралатеральных, 1—из ипсилатеральных, В—из билатеральных, О—из непарных образований мозга. Остальные обозначения те же, что и на рис. 1 и 2.

Как видно из рис. 3, на все нейронные группировки ЯЛН проецируются медиальное вестибулярное ядро и центральное серое вещество, тогда как ряд образований мозга имеет связи только с частью клеточных группировок указанного ядра. Красное ядро проецируется на многие нейронные группировки ЯЛН, но не имеет афферентных входов в его вентральной нейронной группировке, препозитарное ядро подъязычного нерва—в латеральной; интеркалярное ядро и медиальное ядро солитарного тракта—в медиальной и латеральной; моторное ядро блуждающего нерва и нижнее вестибулярное ядро—в медиальной, латеральной и вентролатеральной; оральное, каудальное ядра тройничного тракта и большое ядро шва—в медиальной, дорсомедиальной, латеральной и вентролатеральной; ядро подъязычного нерва—в дорсомедиальной и вентромедиальной; ретикулярная формация про-

долговатого мозга—в медиальной, дорсомедиальной и вентролатеральной; ретикулярная формация среднего мозга—в медиальной, дорсомедиальной, вентромедиальной и вентролатеральной, а ядро глазодвигательного нерва—в вентромедиальной и вентролатеральной нейронных группировках. Ряд структур центральной нервной системы образует афферентные входы с отдельными клеточными группировками ЯЛН. Передние, боковые и задние рога первых двух шейных сегментов спинного мозга проецируются на интермедиальную и дорсальную нейронные группировки; бледное ядро шва—на дорсомедиальную и вентромедиальную; мезенцефалическое ядро тройничного тракта—ча дорсомедиальную; интерстициальное ядро Кахаля и ядро Даркшевича—на медиальную, а нейроны колена лицевого нерва—на латеральную клеточные группировки. Следует также подчеркнуть, что, кроме перечисленных различий, проекции многих структур мозга в ЯЛН, как видно из рисунка, обнаруживают относительно его нейронных группировок сложную картину сочетаний ипси-, контра- и билатеральных представительства.

Результаты настоящего исследования позволили составить топографические карты афферентных входов различных структур центральной нервной системы в ЯЛН кошки; подтвердить существование проекций на ЯЛН, описанных другими авторами, а также выявить новые афферентные связи многих стволовых структур мозга с ЯЛН, функциональная неоднородность которых, по-видимому, придает двигательным реакциям мимической мускулатуры указанного животного высокую динамичность и мозаичность.

Институт физиологии им. Л. А. Орбели
Академии наук Армянской ССР

Վ. Ի. ՊՈՂՈՍՅԱՆ

Կատվի դիմային ներվի կորիզի աֆերենտ մուտքերի աղբյուրները

Հասուն կատուների դիմային ներվի կորիզի սահմանափակ շրջաններում ճովաբողկի պերօբսիդազայի միկրոհենոֆորետիկ ներմուծման պայմաններում հետազոտվել են ուղեղի բնի և ողնուղեղի նեյրոնային խմբավորումները, այսինքն դիմային ներվի ներվաթելերի ուղիների աղբյուրները:

Բացահայտվել են պրոյեկցիաներ ենթալեզվային նյարդի կորիզից, ենթալեզվային պրեպոզիտար կորիզից, դժդույն կորիզից, ինտերկալյատ կորիզից, մեկուսացված խրձի միջային կորիզից, խափառող նյարդի դորսալ շարժողական կորիզից, դիմային նյարդի ծնկի նեյրոններից, կադմիր կորիզից և միջին ուղեղի ցանցանման գոյացությունը: Հաստատվել են ուղեղի մի շարք կառուցվածքների պրոյեկցիաները դիմային ներվի կորիզի վրա:

Դիմային ներվի կորիզում առաջին անգամ կազմված է ուղեղի բնի և ողնուղեղային աֆերենտների տարածման տեղադրային քարտեզ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ J. Takeuchi, K. Nacano, M. Uemura e. a. Exp. Neurol., v. 27, p. 330—342 (1979).
- ² T. Tanaka, J. Takeuchi, K. Nacano, Brain Res., v. 142, p. 580—585 (1978). ³ В. И. Позосян, в кн.: Нейронные механизмы интегративной деятельности мозжечка, Изд-во АН АрмССР, Ереван, 1979.
- ⁴ van C. Buskirk, J. Comp. Neurol., v. 82, p. 303—333 (1945).
- ⁵ J. Courville, Brain Res., v. 1, p. 338—354 (1966).
- ⁶ M. Kume, M. Uemura, K. Matsuda e. a., Neurosci. Lett., v. 8, p. 5—8 (1978).
- ⁷ J. W. Papez, J. Comp. Neurol., v. 43, p. 159—191 (1927).
- ⁸ S. Snajder, W. T. Niemer, A stereotaxi. atlas of the cat brain, Chicago: Univ. press Chicago, 1961.
- ⁹ В. И. Позосян, В. В. Фанарджян, Нейрофизиология, т. 18, с. 35—45 (1986).
- ¹⁰ М.-М. Mesulam, J. Histochem. and Cytochem., v. 24, p. 1273—1280 (1976).
- ¹¹ М.-М. Mesulam, D. L. Rosene, J. Histochem. and Cytochem., v. 27, p. 763—773 (1979).
- ¹² A. L. Berman, The brain stem of the cat: A cytoarchitectonic atlas with stereotaxic coordinates, Medison etc.: Univ. Wisc. press, 1968.
- ¹³ B. Rexed, J. Comp. Neurol., v. 96, p. 415—495 (1952).
- ¹⁴ G. Holstege, J. Tan, J. Van Ham e. a., Brain Res., v. 311, p. 7—22 (1984).
- ¹⁵ M. D. Shaw, R. Baker, J. Neurophysiol., v. 50, p. 1265—1280 (1983).
- ¹⁶ M. Takada, K. Iton, Y. Yasui e. a., Neurosci. Lett., v. 50, p. 251—255 (1984).
- ¹⁷ W. M. Pan-
neton, G. F. Martin, Brain Res., v. 267, p. 19—33 (1983).
- ¹⁸ S. L. Syuesse, W. L. R. Cruce, Cell Tissue Res., v. 244, p. 147—151 (1986).
- ¹⁹ C. F. L. Hlnrichsen, C. D Watson, Brain Behav. and Evol., v. 22, p. 153—163 (1983).

УДК 577.151

БИОХИМИЯ

А. П. Макарян, М. В. Арутюнян, А. А. Аюпян, А. М. Агавелян
А. С. Агабян, Л. А. Даниелян, Л. У. Назаров

О биохимической индикации некоторых опухолевых и воспалительных процессов

Исследования проктологических больных свидетельствуют, что основная часть лабораторных показателей мало информативна. Так, из изученных 13 лабораторных параметров при неспецифическом язвенном колите (НЯК) наиболее высокая корреляция с клинической оценкой заболевания отмечена у показателей уровня сывороточных мукопротеидов в сыворотке крови (¹). Изучение содержания сывороточных мукопротеидов (серо- и оросомукоидов) представляет особый интерес в связи с их способностью связывать и инактивировать токсические метаболиты, образующиеся в очагах воспаления и деструкции.

Значительный интерес представляет также изучение активности фермента креатинкиназы и ее изоферментов при различных воспалительных и опухолевых поражениях организма. Показано, что при патологических состояниях, в той или иной степени затрагивающих мышечную ткань, имеет место повышение активности тотальной креатинкиназы и ее изоферментов (²). При изучении изоферментного спектра креатинкиназы в сыворотке больных с опухолями различных органов (легкие, предстательная железа) удалось установить преобладание изофермента типа ВВ (^{3, 4}). Присутствие изофермента креатинкиназы типа ВВ в опухолях различных органов говорит о возможной специфичности его для новообразований.

В этой связи представлялось интересным изучить количественную характеристику сывороточных мукопротеидов у больных с различными проктологическими заболеваниями и изоферментный спектр креатинкиназы при опухолевом поражении толстой кишки.

Исследовали сыворотки 80 больных с различными поражениями толстой кишки: 29 больных с опухолями, 17 с полипами толстой кишки различной локализации, 10 с НЯК и 24 с тотальным катаральным колитом (ТКК). Контрольную группу составляла сыворотка 14 доноров. Диагнозы установлены на основании клинического, инструментального и лабораторного обследования больных. Определение количественного содержания сывороточных мукопротеидов осуществляли по описанному ранее способу (⁵). Активность тотальной креатинкиназы и ее изоферментов определяли по набору Лахема. Изоферменты креатинкиназы из опухолей толстой кишки и части неповрежденной кишки получали при помощи ионообменной хроматографии гомогенатов опухоли на колонке с ДЭАЭ-сефадексом А—50 (⁶). Материал

из опухоли и неповрежденной кишки получали после резекции толстой кишки по поводу аденокарцином различной локализации. Элюцию изоферментов с колонки проводили ступенчатым градиентом 0,1—0,3М NaCl, забуференным 0,05 М трисом. Фракции собирали в объеме 3 мл.

Анализ данных, полученных при изучении количественного спектра сывороточных мукопротеидов, показал, что содержание серо- и оросомукоидов при таких патологиях, как опухоли и полипы толстой кишки, НЯК, значительно увеличивалось по сравнению с содержанием сывороточных мукопротеидов, определяемых в сыворотках доноров. Как видно из таблицы, наиболее высокое содержание серо- и оросомукоидов, в 2—2,5 раза превышающее контрольные значения, определялось при опухолях толстой кишки и НЯК, что говорит о выраженных очагах воспаления и деструкции в пораженной кишке. Незначительное повышение содержания сывороточных мукопротеидов определялось при полипах толстой кишки и почти во всех случаях на уровне контрольных значений при ТКК. Наши данные согласуются с результатами других исследователей, полученными в отношении содержания сывороточных мукопротеидов при различных воспалительных заболеваниях толстой кишки (6). Имеющиеся в литературе сведения относительно содержания сывороточных мукопротеидов в сыворотках больных с НЯК и болезнью Крона и наши данные, полученные при таких патологиях толстой кишки, как НЯК, полипы и опухоли, говорят о перспективности изучения этих показателей для оценки тяжести поражения толстой кишки.

При изучении активности тотальной креатинкиназы в сыворотке больных с различными поражениями толстой кишки было установлено существенное повышение активности фермента креатинкиназы при опухолях и полипах, в то время как при НЯК и ТКК уровень активиз-

Определение уровня сывороточных мукопротеидов и активности креатинкиназы при некоторых заболеваниях толстой кишки

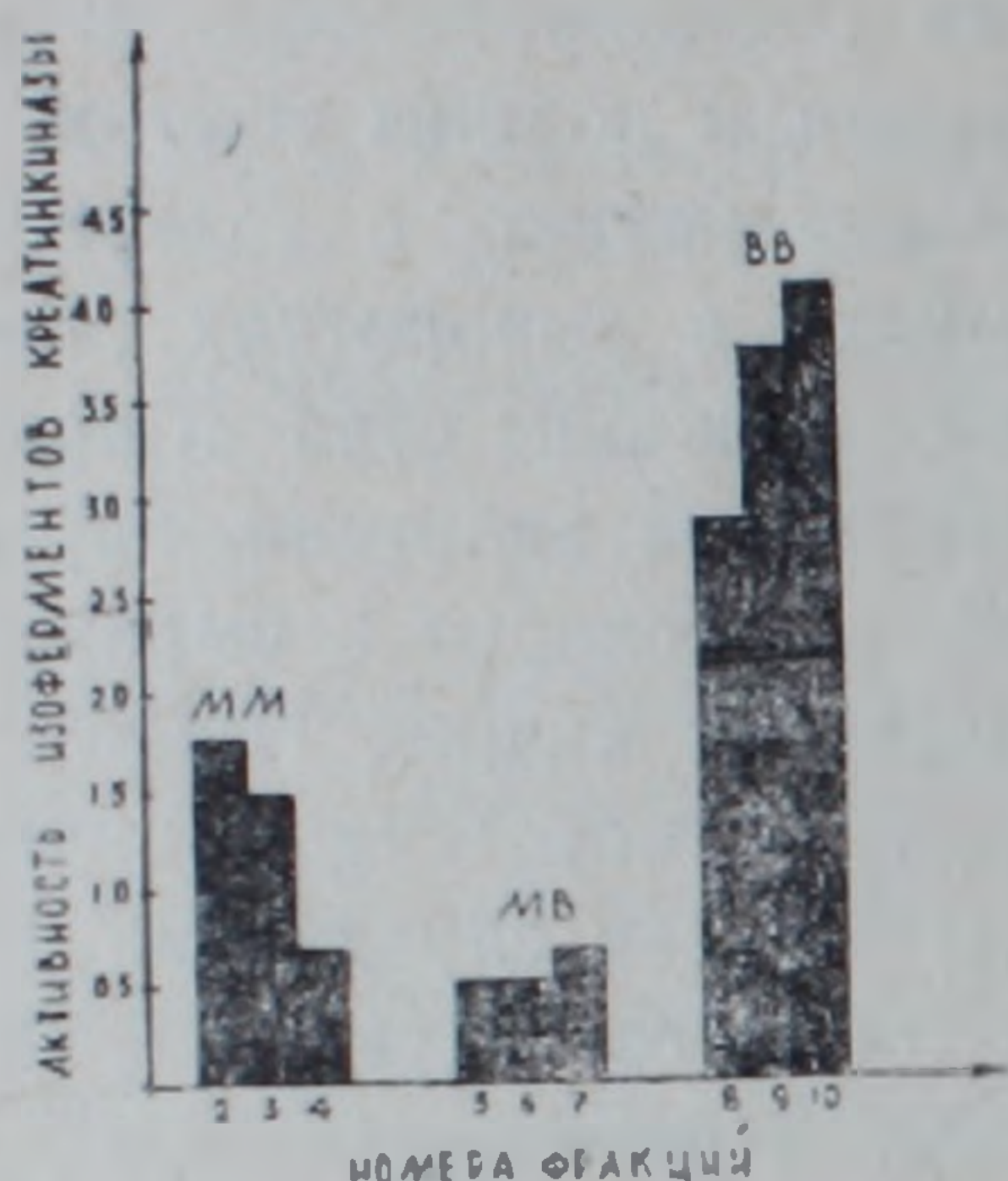
Исследование	Контроль	Уровень сывороточных мукопротеидов и креатинкиназы			
		Опухоль	Полип	НЯК	ТКК
Серомукоиды*					
п	6	18	7	6	9
M±m	0,38±0,02	0,8±0,08	0,55±0,1	0,84±0,11	0,45±0,057
P		<0,001	>0,05	<0,01	<0,05
Оросомукоиды					
п	6	18	7	6	9
M±m	21,0±3,21	50, ±5,09	33,4±4,36	40,0±9,05	19,4±3,05
P		<0,001	>0,02	>0,05	>0,05
Креатинкиназа**					
п	8	11	10	4	15
M±m	0,76±0,04	4,0±0,62	2,21±0,26	1,3	0,94±0,15
P		<0,001	<0,001		<0,05

* Количественное содержание оросо- и серомукоидов приведено в усл. ед.

** Активность креатинкиназы приведена в мкмоль Р/ч. л.

Статистическая обработка материала проводилась по методу Стьюдента.

ности данного фермента соответствовал уровню его активности в контрольных сыворотках (таблица). Аналогичные результаты были получены другой группой исследователей при проведении дифференциальной диагностики между различными заболеваниями толстой кишки, отметивших ценность использования этого теста в целях дифференциальной диагностики (7).



Изоферментный спектр креатинкина-
зы в опухолевой ткани толстой киш-
ки (активность изоферментов креа-
тинкиназы приведена в мкмоль
Р/ч. л.)

ционирование изоферментов проходило по типу фракционирования, описанного Меркером (6). Как видно из рисунка, наиболее высокий уровень активности отмечается в 8—10 фракциях, соответствующих профилю хроматографии изофермента типа ВВ. Наши данные находятся в полном соответствии с данными других исследователей, показавших в гомогенате опухоли прямой кишки преобладание изофермента типа ВВ (8). Такой же изоферментный спектр был показан в опухолях других органов (3, 4). По-видимому, опухоли могут быть источником изофермента ВВ в сыворотке больных, что может иметь большое значение для ранней диагностики опухолей (9). Наряду с формой ВВ небольшая активность изофермента типа ММ отмечается также в первых трех фракциях, тогда как активность смешанной формы изофермента МВ оставалась на уровне контрольных значений (рисунок). Активность тотальной креатинкиназы в неповрежденной части резецированной кишки соответствовала активности фермента в контрольных сыворотках.

Таким образом, проведенное исследование указывает на перспективность применения изученных биохимических показателей в проктологической практике с последующим глубоким изучением в целях проведения четкой дифференциальной диагностики между различными поражениями толстой кишки и оценки тяжести заболевания.

НИИ проктологии
Министерства здравоохранения
Армянской ССР

Ա. Պ. ՄԱԿԱՐՅԱՆ, Վ. Մ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Ա. Ա. ՀԱԿՈԲՅԱՆ,
Ա. Մ. ԱՂԱՎԵԼՅԱՆ, Ա. Ս. ԱՂԱԲԱԼՅԱՆ, Լ. Ա. ԴԱՆԻԵԼՅԱՆ, Լ. ՌԻ. ՆԱԶԱՐՈՎ

Ուռուցքաբանական և բուժօգնական պրոպեդեուստիկական մասին

Կատարված են մի շարք բիոքիմիական ուսումնասիրություններ պրակտիկական տարրեր հիվանդությունների ժամանակ: Հայտնաբերված է, որ այնպիսի պաթոլոգիաներ, ինչպիսիք են հաստ աղու ուռուցքները, պոլիպները, ոչ սպեցիֆիկ խոցային կոլիտը, առկա է սիճուկային մուկոպրոտեիդների (օրոսո և սերոմուկոիդներ) կտրուկ բարձրացում, մինչդեռ տոտալ-կատարալ կոլիտով հիվանդների մոտ այդ նույն ժամանակ, սերո և օրոսոմուկոիդների պարունակությունը մնում է նորմայի սահմաններում:

Կրեատինկինազայի իզոֆերմենտայի սպեկտրի ուսումնասիրությունը հաստ աղու ուռուցքային հյուսվածքներում ցույց է տվել, որ դոմինանտ դեր հանդիսանում է BB իզոֆերմենտը, որը կարող է ունենալ դիֆերենցիալ դիագնոստիկ նշանակություն հաստ աղու նախաուռուցքային և ուռուցքային հիվանդությունների ժամանակ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ C. Andre, J. Descos, F. Andre e. a. Hepatogastroenterol, v. 32, p. 135—137 (1985). ² F. Perez-Jimenez, J. Jimenez-Perez, J. Jimenez-Alonzo e. a. Enzyme, v. 25, p. 353—355 (1980). ³ R. Feld, D. Witte. Clin. Chem., v. 23, p. 1930—1932 (1977). ⁴ B. Lee, P. Bach, J. Horton e. a. Clin. Cardiol., v. 8, p. 233—236 (1985). ⁵ H. Welner, F. Moshin, J. Immunology, v. 78, p. 1—5 (1957). ⁶ D. Mercer, Clin. Chem, v. 20, p. 36—40 (1974). ⁷ S. Berezniitsky, O. Hobsteln, Sang Tao Ko e. a. Amer. J. Proctology, v. 33, p. 6—13 (1982). ⁸ A. Grilo, F. Perez-Jimenez, J. Jimenez-Alonso e. a. Colon and Rectum, v. 25, 263—265 (1981). ⁹ F. Kurtz, R. Nielsen. Cancer, v. 56 p. 562—566 (1985).

УДК 595.429.2

АКАРАЛОГИЯ

А. Р. Погосова

**Новый вид открытоживущего четырехногого клеща
(Tetrapodili, Rhyncaphytoptidae) на иве в Армении**

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР С. О. Мовсисяном 2/II 1987)

При изучении четырехногих клещей Разданского района Армянской ССР на *Salix carpea* L. обнаружен новый вид рода *Rhyncaphytoptus* Keifer, 1939, описание которого приводится ниже. Размеры даны в микрометрах.

Rhyncaphytoptus hrazdanicus Pogosova sp. nov.

Самка (рисунок). Длина тела 255 (230—280), ширина 77,5 (75—80). Тело веретеновидное. Длина роострума 50 (49—51), щитка 27 (26—28). Рисунок щитка из ясно выраженных амедианных линий, достигающих до переднего края, и неясных продольных линий. Расстояние между s. d. 22 (21—23), длина s. d. 37,5 (39—36), они расположены впереди заднего края щитка и направлены вперед. Длина ног I 41,5 (40—43), их голени 10,5 (10—11), лапки 8,5 (8—9), коготка 8,5, эмподий 9-лучевой. Длина ног II 39 (38—40), их голени 8,5 (8—9), коготка 9, эмподий 9-лучевой. Спинные и брюшные полукольца покрыты несущими шипики микробугорками. Спинных полуколец 49—57, брюшных 89, s. l. расположены на полукольце от 75 до 76 (отсчет полуколец ведется от конца тела), длиной 24,5 (23—26), s. v. 1 на полукольце от 55 до 57, длиной 57 (55—59), s. v. 2 на полукольце 39, длиной 41,5 (40—43), s. v. 3 на полукольце от 6 до 7, длиной 27,5 (26—29), s. caud. 98 (91—105), s. acc. 7 (6—8). Ширина крышечки генитального отверстия 25,5 (25—26), длина 14 (13—15). Крышечка генитального отверстия рисунка не несет. Длина генитальных щетинок 15 (14—16), расстояние между ними 17,5.

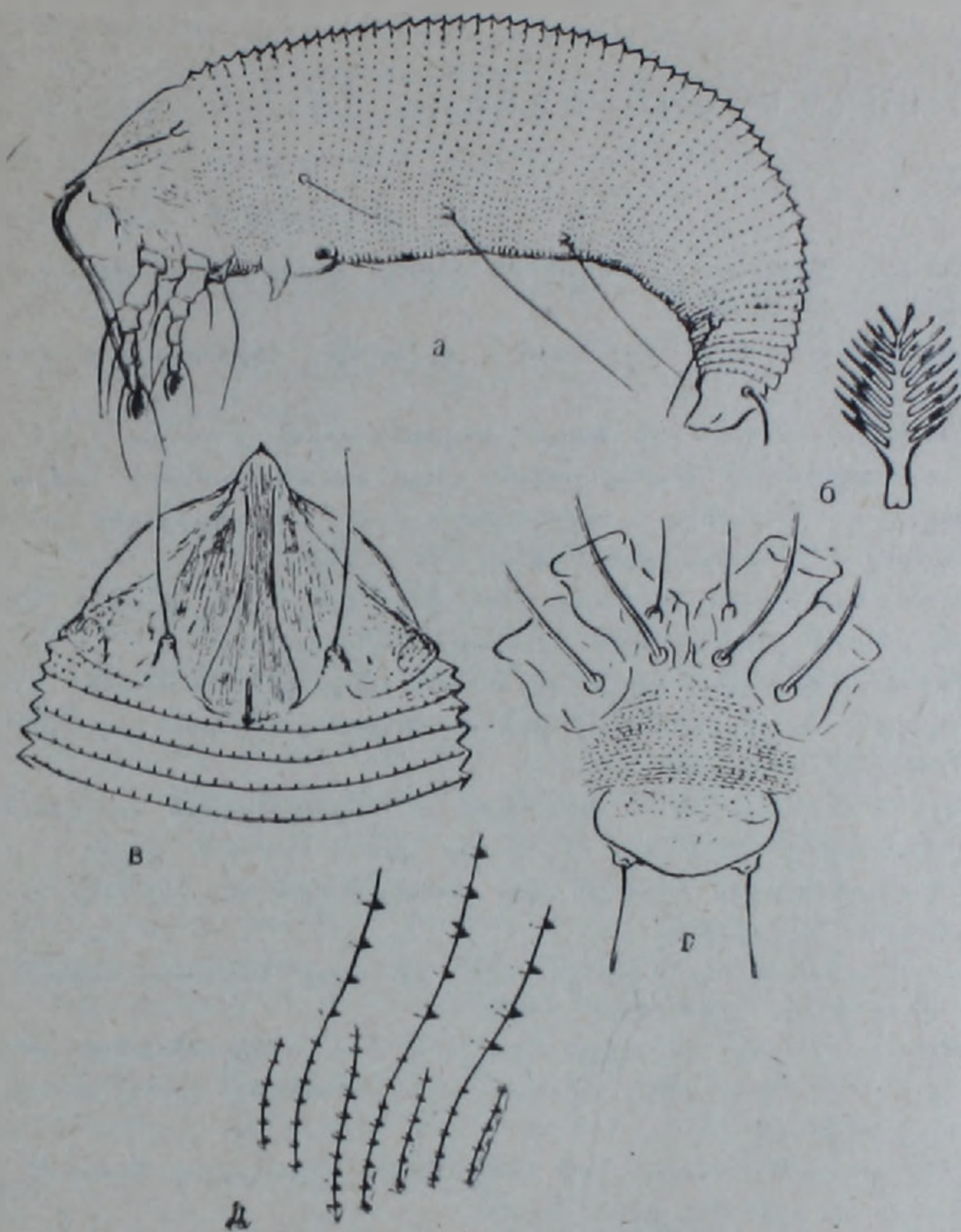
Растение-хозяин: *Salix carpea* L.

Отношение к растению-хозяину: обитает открыто на нижней стороне листьев.

Голотип из окрестностей Цахкадзора (Разданский район), 19.VII. 1978, высота 1750 м над ур. м., сб. А. Р. Погосова, препарат № 109. Паратипы там же. Препарат в коллекции лаборатории акарологии Института зоологии АН Армянской ССР.

Клещ—типичный представитель рода *Rhyncaphytoptus*. Близок к *Rhyncaphytoptus salicifollae* K. (¹), *R. salicis-glaucæ* Rolv. (²), *R. fragariae* Bagd. (³). От первого отличается строением полуколец опистосомы, рисунком дорсального щитка; от второго—строением эмподиев

ног, количеством полуколец и некоторыми другими деталями строения. Клещ от *R. fragariae* отличается рисунком дорсального щитка и длиной генитальных щетинок.



Rhyncaphytoptus hrazdanicus Pogosova sp. nov.:

а—самка, б—эмподий, в—дорсальный щиток, г--кокостернальный скелет и эпигиний, д—скульптура полуколец

Институт зоологии Академии наук Армянской ССР

Ա. Ռ. ՊՈՂՈՍՈՎԱ

Ուռեկու վրա ազատ ապրող տարրապատկեր (Tetrapodili, Rhyncaphytoptidae)
նոր տեսակ Հայաստանից

Հայաստանում *Salix caprea* L-ի վրա արձանագրված է գիտութիւն համար նոր տեսակի տղի *Rhyncaphytoptus hrazdanicus* Pogosova sp. nov.:
բերվում է էգ տղի նկարագրութիւնը և նրա նկարը:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ H. H. Kelfor. Eriophyes studies IV. Bull. Calif. Dept. Agric. v. 28, p. 230 (1939).
² H. Roivainen. Acta Ent. Fennica, v. 7, p. 44—45 (1950). ³ А. Т. Багдасарян, А. Р. Погосова. Зоол. сб., т. 17, Ереван, Изд. АН АрмССР (1976).

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Հ. Զ. Անդրեասյան—Վերջավոր էլեմենտների մեթոդի գերզուգամիտությունը բարձր կարգի միաչափ խնդիրների համար	3
Վ. Ա. Շտրաուս—Հաուսդորֆի մոմենտների պրոբլեմի դեֆինիզացվող անալոգի մասին	9
Ա. Հ. Հովհաննիսյան—Սկզբնական խնդրի պարամետրիքսի կառուցումը մի դասի անսահմանափակ գործակիցներով հիպերբոլական տիպի հավասարումների համար	13
Գ. Ա. Կարազուլյան—Ընդհանուր օրթոնորմավորված համակարգերից լակունար խտության համարներով ենթահամակարգերի ընտրության մասին	17
Գ. Գ. Գևորգյան—Կամայական վերջավոր ինտեգրալի վրա $L_p, p > 0$, մետրիկայով զուգամիտող Ֆուրյեի ինտեգրալների միակության վերաբերյալ	21
Ս. Խ. Դարբինյան—Ուղղորդված գրաֆների հատուկ տիպի ցիկլերի մասին	51
Ռ. Ա. Ավետիսյան, Ս. Մ. Հովհաննիսյան—Եռանկյունաչափական շարքերի ընդհանրացված D -հատկության մասին	56
Բ. Ե. Խոբոսյան—Տրամաբանական ֆունկցիաների արգումենտների ակտիվությունների և գծայնորեն-բաժանելի ենթաբազմությունների գնահատումների շուրջը	61
Մ. Կ. Կյուրեղյան—Վերջավոր դաշտերի վրա քառակուսային ձևափոխությունները և անվերածելի բազմանդամների սինթեզը	67
Ռ. Գ. Սաֆարյան—Պատահական պրոցեսների մի դասի համապատասխան դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգի մասին	99
Ա. Հ. Ներսիսյան—Հարմոնիկ մոտավորություն և Լ. Ա. Ռուբելի մի խնդրի լուծումը	104
Հ. Գ. Բալաֆյան—Անվերջ կապանի տիրույթներում անալիտիկ ֆունկցիաների եզրային միակության թեորեմներ	107
Է. Ա. Միրզախանյան—Անսահմանափակ կոմպոնենտի վերաբերյալ Բորսուկի թեորեմի մը անվերջ չափանի ընդհանրացման մասին	112
Գ. Վ. Վիրաբյան, Գ. Ա. Սարգսյան—Խառը եզրային խնդրից ծնված մի դիֆերենցիալ փնջի համար բազմապատիկ լրիվության մասին	147
Ի. Մ. Գևորգյան—Անալիտիկ ֆունկցիաների կշռային տարածություններում բազմանդամային մոտարկումների և թույլ հակադարձելիության մի քանի հարցերի մասին	152
Ա. Ի. Պետրոսյան—Բազմաշրջանում ողորկ ֆունկցիաների պիկի բազմությունների մասին	156
Մ. Կ. Կյուրեղյան—Վարչամովի տեղադրման օպերատորները Գալուայի դաշտում և նրանց կիրառումը	159
Յ. Ա. Խալալյան—Հավասարաչափ բաշխված հաջորդականություններ և տեղափոխություններ	164
Ա. Ա. Ալեքսանյան— Π -չափանի միավոր խորանարդի սիմետրիկ ենթաբազմությունների դժային հավասարումների համակարգերով նկարագրման բարդության վերաբերյալ	195

ՄԵԽԱՆԻԿԱ

Գ. Ե. Բաղդասարյան—Իդեալական հաղորդիչ սալի ստիպողական և պարամետրական տատանումները ոչ ստացիոնար մագնիսական դաշտի ազդեցության տակ	26
Լ. Ա. Աղալովյան, Ս. Խ. Աղամյան—Փոփոխական առաձգական բնութագրիչներ ունեցող հիմքերի հիմնատախային գործակիցի մասին	115

ԴՐՈՒՆՏՆԵՐԻ ՄԵԽԱՆԻԿԱ

Ս. Ռ. Մեսչյան, Ս. Հ. Հայրոյան—Սկզբնական վիճակի ազդեցությունը շթրջված և թրջված ուռչող գետնահողերի նմուշների սահքի դիմադրության վրա	119
---	-----

ԳԵՈՄԵԽԱՆԻԿԱ

Լ. Ս. Վազարյան—Երկրագնդի լիտոսֆերայի կայունությունը առաձգական սահմանից դուրս	198
--	-----

ԷԼԵԿՏՐԱԴԻՆԱՄԻԿԱ

Ռ. Հ. Թաթևանյան—Սպին-ցանցային պոլյարիտոններն անտիֆերոմագնետիկներում	81
Ռ. Հ. Թաթևանյան—Էլեկտրամագնիսական սոլիտոնը անտիֆերոմագնետիկներում	72
Ռ. Հ. Թաթևանյան—Կիսահաղորդիչ-անտիֆերոմագնետիկ բաժանման սահմանի վրա մակերևութային էլեկտրամագնիսական ալիքների տեսության շուրջը	203

ԱՌԱՋԳԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Ն. Ա. Մառեխին—Առաձգականության տեսությունում պոտենցիալի ուղղակի մեթոդի մասին	77
Վ. Ն. Հակոբյան—Առաձգական կիսահարթությանը անհամասեռ կիսաանվերջ վերադիրքից ուժի փոխանցման մասին	208

ՖԻԶԻԿԱ

Վ. Բ. Աղամյան—Ղեկավարվող պարամետրերով բաղմակոմպոնենտ համաձուլվածքների բաղադրությունների հաշվման մեթոդ	35
Տ. Ի. Բուտանա, Ա. Վ. Գեոբգյան, Ա. Ս. Կազանյան, Ա. Գ. Պետրոսյան—Ֆազաների բաժանման մակերևույթի ձևը հալույթից ալյումինային նոնաբարների բյուրեղացման դեպքում	38
Ս. Ա. Աղաբալյան, Ֆ. Պ. Սաֆարյան—Հազվագյուտ հողի իոններով ակտիվացված դիէլեկտրիկ բյուրեղներում բազմաֆոնոն ոչ ճառագայթային անցումների տեսության շուրջ	82
Վ. Բ. Մկրտչյան, Վ. Հ. Չալքիկյան—Ֆոտոնի սֆերիկ վիճակի զրանցման մասին	123
Ա. Ա. Կամինսկի, Կ. Կուրբանով, Ա. Գ. Պետրոսյան— $Y_3Al_5O_{12}$ և $Lu_3Al_5O_{12}$ սենսիբիլիզացված բյուրեղներում HO^{3+} իոնների երկմիկրոնային ստիպողական ճառագայթման կինետիկական և սպեկտրալ կազմը 300K ջերմաստիճանում	169
Գ. Գ. Դեմիրխանյան, Ռ. Բ. Կոստանյան, Ֆ. Ղ. Սաֆարյան, Տ. Վ. Սանամյան—Կրոսոնեւաքսացիոն երևույթների ուսումնասիրումը $Lu_3Al_5O_{12}:Er^{3+}$ բյուրեղներում	212
Ա. Հ. Մելիքյան, Ս. Մ. Սահակյան—Լրացման թվերի նկատմամբ քառակուսային համիլտոնիան ունեցող համակարգի վիճակագրական գումարի նոր մեթոդ	216

ԴԵՄԻՏԻԶԻԿԱ

Ա. Գ. Մանուկյան—Հուսնի վրա գրավիչափության ուղիղ և հակադարձ խնդիրների լուծման մասին	127
--	-----

ՍԵՅՍՄԱՏԵԿՏՈՍԻԿԱ

Ա. Ա. Կիրակոսյան, Ս. Ն. Նազարեթյան—Հայկական ՍՍՀ տարածքի բեկվածքների սեյսմիկական ակտիվացման հնարավոր ուղղությունների որոշումը ռեգիոնալ լարումների հիման վրա	131
--	-----

ՔԻՄԻԱ

Գ. Է. Սաֆարյան, Ռ. Հ. Չալքիկյան, Ն. Մ. Բեյլեբյան—Իմպուլսային լազերով հաուսցված ռադիկալաշղթայական պրոցեսների տարրական հաստատունների որոշման մեթոդ	174
--	-----

ԱՌՐՈՔԻՄԻԱ

Ա. Ն. Բաղդամյան, Ս. Ա. Աբրահամյան Ա. Շ. Գալստյան—Հողերի դեկարբոքսիլազային ակտիվության մասին	156
---	-----

ՄՈՐՖՈԼՈԳԻԱ

Վ. Ի. Պողոսյան—Կատվի կարմիր կորիզի խոշոր բջջային մասի հետին շրջանների աֆերենտ մուտքերը	183
Վ. Ի. Պողոսյան—Կատվի դիմային ներվի կորիզի աֆերենտ մուտքերի աղբյուրները	220

ԲԻՈՖԻԶԻԿԱ

Է. Ս. Դաբրիելյան, Հ. Օ. Գյունչյան, Ս. Է. Ակոպով, Լ. Խ. Սիմոնյան, Ս. Ա. Բաջին-	233
---	-----

յան—Թրոմբոցիտների ագրեգացիայի վրա լիպոսոմների ազդեցության ուսումնասիրու-
թյունը 41

ԲԻՈՔԵՄԻԱ

Ա. Ս. Աղաբալյան, Ս. Յա. Դավթյան, Ա. Ա. Բաղդասարյան, Ռ. Ա. Զաֆարյան,
Լ. Ա. Թուխկյան—Մարդու ուռուցքային ԴՆԹ-ի բիոլոգիական ակտիվությունը . . . 179

Ա. Ղ. Մակարյան, Վ. Մ. Հաբուսյունյան, Ա. Ա. Հակոբյան, Ա. Մ. Աղավելյան,
Ա. Ս. Աղաբալյան, Լ. Ա. Դանիելյան, Լ. Ու. Նազարով—Որոշ ուռուցքային և բորբո-
քային պրոցեսների ինդիկացիայի մասին 226

ԱԿԱՐԱԼՈԳԻԱ

Ա. Թ. Պողոսովա—Ուռնու վրա ազատ ապրող քառուտ տղի (Tetrapodili, Rhyncaphy-
toplidae) նոր տեսակ Հայաստանից 230

ԷԿՈԼՈԳԻԱ

Ռ. Հ. Թևադյան, Օ. Գ. Վոռաբյով—Սևանա լճի մերկ հողագրություններում քիմիա-
կան տարրերի միգրացիայի մասին 87

ԲԺՇԿԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Է. Ս. Գաբրիելյան, Է. Ա. Ամբոյան, Մ. Ռ. Գրիգորյան—Արյան դազային բաղադրա-
մասերի ներգործության ուսումնասիրությունը թրոմբոցիտների և լեյկոցիտների ֆունկ-
ցիոնալ վիճակի վրա 92

Ի. Հ. Բաղալյան, Ն. Հ. Եսլիսկոպոսյան—Գանգլիոպիդների կողմից ինֆարկտով տա-
ռապող հիվանդների էրիթրոցիտների ագրեգացիոն ակտիվության ձևափոխման ունակու-
թյան մասին 188

ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

Դ. Խ. Իրիգորյան, Ա. Մ. Ստուլբերգ—Օսմոտիկ ճնշման ազդեցությունն առնետների
վարքի վրա 44

Ռ. Ա. Հաբուսյունյան—Օրգանիզմի ջերմային հոմեոստազի նյարդամեղիատորաին
կաթգավորման մեխանիզմը 141

СОДЕРЖАНИЕ LXXXIV тома

МАТЕМАТИКА

Г. Д. Андриян—Суперсходимость метода конечных элементов для одномерных краевых задач высокого порядка	3
В. А. Штраус—О дефинируемом аналоге проблемы моментов Хаусдорфа	9
А. О. Оганесян—Построение параметрикса начальной задачи для одного класса гиперболических уравнений с неограниченными коэффициентами	13
Г. А. Карагулян—О выделении подсистем сходимости с лакунарной плотностью номеров из произвольных ортонормированных систем	17
Г. Г. Геворкян—О единственности интегралов Фурье, сходящихся в метриках L_p , $p > 0$, на каждом конечном интервале	21
С. Х. Дарбинян—О специальных конгурах направленных графов	51
Р. А. Аветисян, С. М. Оганесян—Об обобщенном D-свойстве тригонометрических рядов	56
Б. Е. Торосян—К оценкам активностей аргументов логических функций и числа линейно-отделимых подмножеств	61
М. К. Кюрегян—Квадратичные преобразования и синтез неприводимых полиномов над конечными полями	67
Р. Г. Сафарян—Об одном классе случайных процессов и соответствующих системах дифференциальных уравнений	99
А. А. Нерсисян—Гармоническая аппроксимация и решение одной задачи Л. А. Рубеля	104
А. Г. Балакян—Граничные теоремы единственности аналитических функций в бесконечносвязных областях	107
Э. А. Мирзаханян—Об одном бесконечномерном обобщении теоремы Борсука о неограниченной компоненте	111
Г. В. Вирабян, Г. А. Саргсян—О кратной полноте для одного дифференциального пучка, порожденного смешанной краевой задачей	147
И. М. Геворкян—Аппроксимация многочленами и некоторые вопросы слабейшей обратимости в весовых пространствах аналитических функций	152
А. И. Петросян—О множествах пика гладких функций в поликруге	156
М. К. Кюрегян—Операторные подстановки Варшавова в поле Галуа и их приложение	159
Ф. А. Талалян—Равномерно распределенные последовательности и перестановки	164
А. А. Алексанян—О сложности представления симметричных подмножеств n -мерного единичного куба совокупностью систем линейных уравнений	195

МЕХАНИКА

Г. Е. Багдасарян—Вынужденные и параметрические колебания идеально проводящей пластинки, обусловленные нестационарным магнитным полем	26
Л. А. Агаляян, С. Х. Адамян—О коэффициенте постели для оснований с переменными упругими характеристиками	115

МЕХАНИКА ГРУНТОВ

С. Р. Месчан, С. Г. Айроян—Влияние начального состояния на сопротивление сдвигу набухающего бентонитового грунта	119
--	-----

ГЕОМЕХАНИКА

- Л. С. Казарян—Устойчивость земной литосферы за пределами упругости 198

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

- Р. Г. Тарханян—Спин-решеточные поляритоны в антиферромагнетиках . 31
Р. Г. Тарханян—Электромагнитный солитон в антиферромагнетиках . 72
Р. Г. Тарханян—К теории поверхностных электромагнитных волн на границе раздела между полупроводником и антиферромагнетиком . . . 203

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

- Н. А. Матехин—О прямом методе потенциала в теории упругости . 77
В. П. Акопян—О передаче нагрузки от неоднородной полубесконечной накладки к упругой полуплоскости 208

ФИЗИКА

- В. Е. Адамян—Метод расчета составов многокомпонентных сплавов с контролируемыми параметрами 35
Т. И. Бутаева, А. В. Геворкян, А. С. Кузаян, А. Г. Петросян—Форма поверхности раздела фаз при кристаллизации алюминиевых гранатов из расплава 38
С. А. Агабалян, Ф. П. Сафарян—К теории многофононных безызлучательных переходов в диэлектрических кристаллах, активированных редкоземельными ионами 82
В. Е. Мкртчян, В. О. Чалтыкян—О регистрации сферического состояния фотона 123
А. А. Каминский, К. Курбанов, А. Г. Петросян—Спектральный состав и кинетика двухмикронного стимулированного излучения ионов Ho^{3+} в сенсibilизированных кристаллах $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ и $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ при 300 К 169
Г. Г. Демирханян, Р. Б. Костаян, Ф. П. Сафарян, Т. В. Санамян—Исследование кроссрелаксационных процессов в $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Er}^{3+}$ 212
А. О. Меликян, С. М. Саакян—Новый метод вычисления статсуммы системы, гамильтониан которой квадратичен по числам заполнения . . . 216

ГЕОФИЗИКА

- А. Г. Манукян—О решении прямых и обратных задач гравиметрии на Луне 127

СЕЙСМОТЕКТОНИКА

- А. А. Киракосян, С. Н. Назаретян—Определение возможных направлений сейсмической активизации разломов территории Армянской ССР на основе региональных напряжений 131

ХИМИЯ

- Г. Э. Сафарян, Р. О. Чалтыкян, Н. М. Бейлерян—Метод определения констант скорости радикально-цепных реакций при импульсном лазерном стимулировании 174

АГРОХИМИЯ

- А. Н. Баграмян, С. А. Абрамян, А. Ш. Галстян—О декарбоксилазной активности почв 138

МОРФОЛОГИЯ

- В. И. Погосян—Афферентные входы дорсальных отделов крупноклеточной части красного ядра кошки 183
В. И. Погосян—Источники афферентных входов ядра лицевого нерва кошки 220

БИОФИЗИКА

- Э. С. Габриелян, А. О. Генджян, С. Э. Акопов, Л. Х. Симонян, С. А. Баджиян—Исследование влияния липосом на агрегацию тромбоцитов . 41

БИОХИМИЯ

- А. С. Агабалян, О. Я. Давтян, А. А. Багдасарян, Р. А. Захарян, Л. А. Рухкян—Биологическая активность ДНК из опухоли человека . 179
- А. П. Макарян, М. В. Арутюнян, А. А. Акопян, А. М. Агавелян, А. С. Агабалян, Л. А. Даниелян, Л. У. Назаров—О биохимической индикации некоторых опухолевых и воспалительных процессов . 226

АКАРАЛОГИЯ

- А. Р. Погосова—Новый вид открытожизущего четырехногого клеща (*Tetrar dill*, Rhyncarphoptidae) на иве в Армении. . 230

ЭКОЛОГИЯ

- Р. Г. Ревазян, О. Г. Воробьев—О миграции химических элементов в обогащенных почвогрунтах озера Севан . 87

МЕДИЦИНА

- Э. С. Габриелян, Э. А. Амроян, М. Р. Григорян—Исследование влияния изменений газового состава крови на функциональное состояние лейкоцитов и тромбоцитов . 92
- Г. О. Бадалян, Н. Г. Епископосян—О способности ганглиозидов модифицировать агрегационную активность эритроцитов крови больных инфарктом миокарда . 188

ФИЗИОЛОГИЯ

- Г. Е. Григорян, А. М. Стольберг—Действие осмотического стресса, вызванного маннитом, на обучение и память крыс . 44
- Р. А. Арутюнян—К механизму нейромедиаторной регуляции температурного гомеостаза организма . 141

C O N T E N T S of LXXXIV volume

MATHEMATICS

<i>H. J. Andreassian</i> —Superconvergence of the finite element method for one-dimensional boundary value problems of high order.	3
<i>W. A. Shtraus</i> —On the definitive analogue of Hausdorff moment problem	9
<i>A. H. Hovhanisian</i> —Parametrics for initial value problem for hyperbolic equations with unbounded coefficients	13
<i>G. A. Karagullian</i> —On the selection of subsystem of convergence with lacunary density of members from arbitrary orthonormal system.	17
<i>G. G. Gevorkian</i> —On the uniqueness of Fourier integrals, which are convergent in L_p , $p > 0$, on each finite interval	21
<i>S. Kh. Darbinian</i> —On the specified cycle in oriented graphs.	51
<i>R. A. Avetissian, S. M. Hovantssian</i> —On the generalization of D -property of trigonometrical series	56
<i>B. E. Torossian</i> —The estimates of activities of the arguments of logic functions and the number of linear-separable subsets.	62
<i>M. K. Kureghian</i> —Quadratic transformation and synthesis of irreducible polynomials over finite fields	67
<i>R. G. Safarian</i> —On a class of random processes and associated systems of differential equations	99
<i>A. H. Nersesian</i> —Harmonic approximation and the solution of a problem of L. A. Rubel	104
<i>H. G. Balakian</i> —The boundary theorems of uniqueness of analytic functions in infinitely connected regions	107
<i>E. A. Mirzakhaniyan</i> —On an infinite dimensional generalization of Borsuk theorem on a boundless component	112
<i>G. V. Vrabian, G. A. Sargisian</i> —On multiple completeness for differential pencil generated by mixed boundary problem	147
<i>I. M. Gevorkian</i> —On the polynomial approximation and weak inversion in weighted spaces of analytic functions	152
<i>A. J. Petrosian</i> —On peak sets for differentiable functions	156
<i>M. K. Kureghian</i> —Operator substitutions of Varshamov in Galois fields and its' applications	159
<i>F. A. Talalian</i> —Uniformly distributed sequences and rearrangements	164
<i>A. A. Alexanian</i> —On the complexity of realization of symmetric subsets of n -dimensional unit cube by a set of systems of linear equations	195

MECHANICS

<i>G. E. Bagdasarjan</i> —Forced and parametric vibrations of perfectly conducting plate under the action of non-stationary magnetic field.	26
<i>L. A. Agalovian, S. Kh. Adamian</i> —The bottom coefficient for the foundation with variable elastic characteristics.	115

SOIL MECHANICS

<i>S. R. Meschian, S. H. Hayroyan</i> —Initial state influence on the shearing strength of swelling bentonite soil.	119
---	-----

GEOMECHANICS

<i>L. S. Kazarjan</i> —The earth lithosphere stability out of elasticity limit	198
--	-----

ELECTRODYNAMICS

<i>R. G. Tarkhanian</i> —Spin-lattice polaritons in antiferromagnetics	31
<i>R. G. Tarkhanian</i> —Electromagnetic soliton in antiferromagnetics	72
<i>R. G. Tarkhanian</i> —On the theory of surface electromagnetic waves at the interface between semiconductor and antiferromagnet	203

THEORY OF ELASTICITY

<i>N. A. Matehln</i> —A direct potential method in elastostatics	77
<i>V. N. Hakobian</i> —On transference of load from nonhomogeneous half-infinite stringer to elastic halfplane	208

PHYSICS

<i>V. E. Adamian</i> —Calculation method for compositions of multicomponent alloys with controlled parameters	35
<i>T. I. Butaeva, A. V. Gevorkian, A. S. Kuzanian, A. G. Petrosian</i> —The interface shape of aluminum garnets grown from the melt	38
<i>S. A. Agaballan, F. P. Safarian</i> —On the theory of multiphonon nonradiation transitions in dielectric crystals doped by rare-earth ions	82
<i>V. E. Mkrtchian, V. O. Chaltikian</i> —On the registration of photon spherical state	123
<i>A. A. Kaminskii, K. Kurbanov, A. G. Petrosian</i> —Spectral composition and kinetics of two micron stimulated emission of Ho^{3+} ions in sensitized $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ and $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ crystals at 300K	169
<i>G. G. Demirkhanian, R. B. Kostanian, F. P. Safarian, T. V. Sanamian</i> —Investigation of cross-relaxation processes in $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Er}^{3+}$	212
<i>A. O. Melikyan, S. M. Sahakian</i> —The new method of calculation for statistic sum of the system whose hamiltonian is the quadratic function of occupation numbers	216

GEOPHYSICS

<i>A. G. Manukian</i> —On the solution of straight and back gravimetry problems on the Moon	127
---	-----

SEISMOTECTONICS

<i>A. A. Kirakosian, S. N. Nazaretian</i> —The determination of the possible directions of the fault seismic activation of the territory of the Armenian SSR on the basis of regional stresses	131
--	-----

CHEMISTRY

<i>G. E. Safarian, R. H. Chaltikian, N. M. Beylerian</i> —A method to determine the constants of the elementary steps of radical-chain processes initiated by pulse lasers	174
--	-----

AGROCHEMISTRY

<i>A. N. Bagramian, S. A. Abrahamian, A. Sh. Galstian</i> —On the decarboxylase activity of soils	138
---	-----

MORPHOLOGY

<i>V. I. Pogostan</i> —Afferent inputs to the dorsal regions of the magnocellular part of the cat's red nucleus	183
<i>V. I. Pogostan</i> —Afferent inputs of the cat's facial nucleus	220

BIOPHYSICS

<i>E. S. Gabriellian, A. O. Gendjian, S. E. Akopov, L. Ch. Slmonian, S. A. Badyanian</i> —Studies on liposomes effects on the platelet aggregations	41
---	----

BIOCHEMISTRY

- A. S. Agaballan, O. J. Davtian, A. A. Bagdasarian, R. A. Zakharian, L. A. Ruchkian*—Biological activity of DNA from human cancer 179
- A. P. Makarian, M. V. Arutunian, A. A. Akopian, A. M. Agavellian, A. S. Agaballan, L. U. Nazarov*—On the biochemical indications of some tumour and inflammation processes 226

ACARALOGY

- A. R. Pogosova*—A new species of freeliving Tetrabodill mite (Tetrapodill, Rhyncaphytopitidae) on *Salix* in Armenia 230

ECOLOGY

- R. G. Revasian, O. G. Vorobyov*—About the migration of chemical elements in the uncovered soil of lake Sevan 87

MEDICINE

- E. S. Gabrielian, E. A. Amroyan, M. R. Grigorian*—A study of the influences of changes of blood gaseous composition on the functional state of eukocytes and thrombocytes. 92

MEDICINE

- G. O. Badalian, N. G. Epyskoposian*—On gangliosides ability to modify aggregational activity of blood erythrocytes in patients with myocardial infarction 188

PHYSIOLOGY

- G. E. Grigorian, A. M. Stolberg*—Osmotic stress effects induced by mannitol on learning and memory of rats 44
- R. A. Harutunian*—The mechanisms of the neuromedatory regulation of the temperature homeostasis of the organism 141