

Գ Ե Վ Ո Ւ Յ Յ Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

LXIV, № 5

1977

Խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Վ. Ա. ԱՐՁՈՒՄԱՆՅԱՆ, տեխն. գիտ. ընկեր-
ան (պատ. Բարասողաբ), Է. Գ. ԱՅՐԻՎՅԱՆ,
ՀՍՍՀ ԳԱ բոթանիկոս-անդամ, Ա. Ք. ՈՒՐԱ-
ՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Հ. Կ. ՈՐԻ-
ՅԱԹՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Ա.
ԹԱԼԱԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ բոթանիկոս-անդամ,
Վ. Մ. ԹԱՌԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ բոթանիկոս-ան-
դամ, Վ. Հ. ՀԱՄԱՐՁՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս,
Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս
(պատ. Խմբագրի տեղակալ), Հ. Գ. ՇԱՂԱԹ-
ՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ,
ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. Խմբագրի),
Գ. Ո. ՍԱՆԱԿՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ բոթանիկոս-անդամ,
Օ. Մ. ՍԱԳՈՒՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ բոթանիկոս-
անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻԿԱԵԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ
ԳԱ բոթանիկոս-անդամ, Վ. Ք. ՆԱՆԱՐՁՅԱՆ,
ՀՍՍՀ ԳԱ բոթանիկոս-անդամ:

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик, Г. А.
АРЗУМАНИЯН, канд техн. наук (отв.
секретарь), Э. Г. АФРИКЯН, чл.-корр.
АН АрмССР, А. Т. БАБАЯН, академик
АН АрмССР, Г. Х. БУНЯТЯН, акаде-
мик АН АрмССР, Е. О. КАЗАРЯН, ака-
демик АН АрмССР (зам. отв. редактора),
И. Г. МАГАКЬЯН, академик АН Арм
ССР, А. Г. НАЗАРОВ, академик АН
АрмССР (отв. редактор), Г. С. СААКЯН,
чл.-корр. АН АрмССР, О. М. САПОН-
ДЖЯН, чл.-корр. АН АрмССР, А. А. ТА-
ЛАЛЯН, чл.-корр. АН АрмССР, В. М.
ТАРАЯН, чл.-корр. АН АрмССР, М. Л.
ТЕР-МИКАЕЛЯН, чл.-корр. АН АрмССР,
В. В. ФАНАРДЖЯН, чл.-корр. АН
АрмССР

Ր Ո Վ Ա Ն Գ Ա Կ Ո Ւ Ք Յ Ո Ւ Ն

Է

ԻՐԱԹՈՒՄԻՆԻԿԱ

Վ. Շ. Ավագյան—Ապեկտրալ խնդրի մասին. որի եզրային պայմանի մեջ մտնում է
 իր կախված ուղիղնայ ֆունկցիա 257

Վ. Ն. Վաղազարյան—Դիրակի միաչափ պատահական սխտեմի սպեկտրալ տեսու-
 թյուն 264

Է. Ա. Մխրթանյան — Անվերջ շափանի համատարբ խմբերի կախումը բազիսային
 կետից 270

ԻՆԵՆՆԵԿԱ

Գ. Խ. Բաղդասարյան—Ընդունական մագնիսական դաշտում գտնվող հաղորդիչ սայի
 կայունության և տատանումների մասին 275

ՅԻՉԻԿԱ

Է. Ա. Վաղանյան—Ազիաբառիկ ի-վարիանտը ֆազային անցման ժամանակ 281

Է. Շ. Մխրթանյան, Յու. Ա. Արաբամյան, Զ. Ն. Աղամյան, Վ. Մ. Հարությունյան,
 Ի. Շ. ՍԻՄՈՆՅԱՆ—Բարձր զգայունություն, ինֆրակարմիր ուղիղափ 285

ՐԻՈՔԻՄԻԱ

Խ. Գ. Մանթիկյան, Ա. Ս. Կիրակոսովա, Ա. Ա. Գալոյան—Ներդրումներ «C»-ի և սո-
 մատոտատիների ազդեցությունը առնետների արյան պլազմայի կալիկրեին-կինինային
 սխտեմի վրա 291

Ա. Ս. Կիրակոսովա, Գ. Ա. Սարիբեկյան, Ի. Խ. Մարուխյան, Ա. Ա. Գալոյան—Ուղե-
 զից անջատված ցիկլիկ ԱՄՅ-կախյալ պրոտեինկինազայի և նրա ակտիվությունը արգե-
 յակոզ զործանի մասին 295

ՄԻՋԱՏԱՐԱՆՈՒՄՅՈՒՆ

Ա. Մ. Յարյուկով-Խենոբյան—Արիոն սևոի երկարակենճիք բզեզի նոր տեսակ Հայկա-
 կան ՍՍՀ-ից

ՄՈՐՖՈԼՈԳԻԱ

Թ. Ս. Ազիսյան, Զ. Ա. Մարտիրոսյան—Աթու-աթսոնային սինապսների էլեկտրո-
 նա-մանրաչիտակային ուսումնասիրությունը կառվի կարմիր կորիզում 306

Բովանդակություն LXIV հատորի 310

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

- В. А. Авакян*—О спектральной задаче с рациональной функцией от t в n -м краевом условии 257
- В. П. Вартазарян*—Спектральная теория одномерной случайной системы Дирака 264
- Э. А. Мирзаханян*—Зависимость бесконечномерных гомотопических групп от базисной точки 270

МЕХАНИКА

- Г. Е. Багдасарян*—О колебаниях и устойчивости проводящих пластин в поперечном магнитном поле 275

ФИЗИКА

- Г. А. Варданян*—Адиабатический инвариант системы при фазовом переходе 281
- Э. Г. Мирзабекян, Ю. А. Абрамян, З. Н. Адамян, В. М. Арутюнян, Р. Г. Симонян*—Высокочувствительный инфракрасный радиометр 285

БИОХИМИЯ

- С. П. Манджикян, А. С. Киракосова, А. А. Галоян*—Влияние тирогормона «С» и соматостатина на калликренин-кининовую систему плазмы крови крысы 291
- А. С. Киракосова, Г. А. Сарибекян, Т. Х. Марухян, А. А. Галоян*—О 3,5-пАМФ-зависимой протеникиназе мозга быка и факторе, ингибирующем ее активность 295

ЭНТОМОЛОГИЯ

- С. М. Яблоков-Хинорян*—Новый вид жесткокрылых доломитиков рода *Апион* из Армянской ССР (*Coleoptera, Cucullionidae*) 303

МОРФОЛОГИЯ

- Г. С. Аглинцян, Дж. А. Мартиросян*—Электронномикроскопическое исследование аксо-аксонных синапсов в красном ядре кошки 306

Содержание LXIV тома 310

CONTENTS

MATHEMATICS

p.

<i>V. H. Avakian</i> —About spectral problem with rational function of λ in boundary condition	257
<i>V. N. Vardazarian</i> —The spectral theory of one-dimensional random Dirac system	261
<i>E. A. Mirsakhanian</i> —The dependence of the infinite-dimensional homotopic groups from basic point	270

MECHANICS

<i>G. E. Buzdazarian</i> —On vibration and stability of conducting plates in a transverse magnetic field	275
--	-----

PHYSICS

<i>G. A. Vardanian</i> —Adiabatic invariant of the system at the phase transition	281
<i>E. H. Mirzabekian, Yu. A. Abramian, Z. N. Adamian, V. M. Harutunian, R. H. Simonian</i> —High sensitive infrared radiometer	285

BIOCHEMISTRY

<i>S. P. Manjikian, A. S. Kirakosova, A. A. Galoyan</i> —The influence of the neurohormone β - E and somatostatin on the Kallikrein-Kinine system of the blood plasma in rats	291
<i>A. S. Kirakosova, G. A. Saribekian, T. Ch. Murukhian, A. A. Galoyan</i> —About the cAMP-dependent protein kinase from bovine brain and the inhibiting of its activity	295

ENTOMOLOGY

<i>S. M. Yablokoff-Khuzorian</i> —A new species of Curculionid-beetles <i>Aplon</i> from Armenia (Coleoptera, Curculionidae)	303
--	-----

MORPHOLOGY

<i>T. R. Anglitzian, Dj. A. Martirosian</i> —An electron microscope study of axo-axonal synapses in the red nucleus of the cat	306
Contents of LXIV volume	310

Технический редактор Л. А. АЗИЗБЕКЯН

Вс 06187 Подписано к печати 30 VIII. 1977 г. Тираж 550. Изд. 4666. Заказ 461.
 Формат бумаги 70x108¹/₁₆. Печ. л. 4,0. Бум. л. 2,0.
 Усл. печ. л. 5,6. Уч. изд. листов 4,4.

Типография Издательства АН Армянской ССР, Ереван, Барекамутян, 24.
 Эчмиадзинская типография Издательства АН Армянской ССР

УДК 517.948

МАТЕМАТИКА

В. А. Авакян

О спектральной задаче с рациональной функцией
от λ в краевом условии

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. М. Джрбашяном 28/II 1977)

1. В этой заметке изучается формула распределения собственных значений (с. з.) краевой задачи *.

$$\begin{aligned} l[y(x)] &= -y''(x) + q(x)y(x) = \lambda y(x) \\ y(0) - R(\lambda)y'(0) &= 0 \\ y(x) &\in L_2(0, +\infty) \end{aligned} \quad (1)$$

где $R(\lambda) = \frac{P(\lambda)}{Q(\lambda)}$ — вещественная несократимая рациональная дробь

степени n , т. е. $P(\lambda) = a_n \lambda^n + \dots + a_1 \lambda + a_0$, $Q(\lambda) = b_n \lambda^n + \dots + b_1 \lambda + b_0$

и по крайней мере одно из чисел a_n или b_n отлично от нуля.

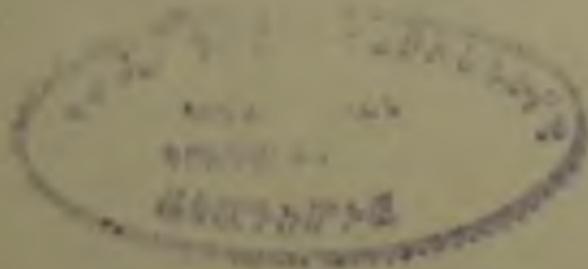
Ниже мы установим некоторые неравенства между функциями распределения с. з. задачи (1) с разными рациональными функциями от λ в граничных условиях. Для этого сначала докажем некоторые теоремы относительно двух расширений (с выходом из исходного пространства (см. (1) стр. 401) абстрактного симметрического оператора A_0 . Далее покажем, что задачу (1) можно трактовать как задачу на с. з. некоторого линейного оператора T в более широком гильбертовом пространстве Ω (2). Откуда, принимая во внимание абстрактные теоремы, получим интересующие нас результаты для краевой задачи (1).

2. В этом пункте мы приведем некоторые утверждения из работы (3), которые нам понадобятся в дальнейшем.

Пусть A_0 некоторый симметрический оператор в гильбертовом пространстве H с конечными индексами дефекта (m, m) .

(1) разделение 1. Пусть \tilde{H} некоторое гильбертово простран-

* Условии, которые мы налагаем на $q(x)$ те же, что в (3) (см. гла. XII).



ство, которое содержит H . Оператор \bar{A} называется самосопряженным расширением A_0 с выходом из пространства H , если \bar{A} самосопряженный оператор в пространстве \bar{H} и является расширением A_0 . (При этом считается, что $\overline{D(A_0)} = H$ и $D(\bar{A}) = \bar{H}$).

Определение 2. Если λ — точка регулярного типа для оператора A_0 , то множество F_λ элементов, ортогональных к $R(A - \lambda E)$, называется λ — дефектным подпространством.

Теперь обозначим через $B = \bar{H} \ominus \overline{D(A_0)}$, а через G_λ — проекцию B на дефектное подпространство F_λ . Как легко видеть, оператор P_{F_λ} ортогонального проектирования на F_λ устанавливает между B и G_λ однозначное соответствие.

Определение 3. Ортогональное дополнение F'_λ в F_λ к G_λ называется λ — полудефектным подпространством оператора A_0 .

$$F'_\lambda = F_\lambda \ominus G_\lambda.$$

Имеют место следующие утверждения:

Предложение 1. Размерность λ — полудефектных подпространств симметрического оператора A_0 одинакова для всех λ , лежащих в одной из полуплоскостей (верхней или нижней) комплексной плоскости.

Предложение 2. Пусть A_0 — замкнутый симметрический оператор, действующий в гильбертовом пространстве \bar{H} с равными дефектными числами. Общая формула его самосопряженных расширений \bar{A} в пространстве \bar{H} дается формулой

$$\bar{A}(g + \varphi - U\varphi) = A_0g + \bar{\lambda}g - \lambda U\varphi, \quad g \in D(A_0), \quad \varphi \in F_\lambda$$

где U изометрический оператор из пространства F_λ в F'_λ .

Замечание 1. Оказывается, что каждый элемент \bar{g} области определения $D(\bar{A})$ самосопряженного расширения \bar{A} оператора A_0 , имеющий в силу предложения 2 представление

$$\bar{g} = g + \varphi - U\varphi,$$

где $g \in D(A_0)$, $\varphi \in D(U) \subset F_\lambda$, $U\varphi \in F'_\lambda$, однозначно определяет "порождающие" его элементы $g \in D(A_0)$, $\varphi \in F_\lambda$.

3. Используя выше приведенные результаты, можно доказать следующее утверждение:

Теорема 1. Пусть A_0 рассмотренный в начале п. 2 симметрический оператор, а A_1 и A_2 некоторые самосопряженные расширения с выходом из H соответственно в гильбертовое пространство H_1 и H_2 такие, что $H_1 = H \oplus H'$, $\dim H' = n_1 < \infty$, $H_2 = H \oplus H''$, $\dim H'' = n_2 < \infty$.

Обозначим через

$$N_i(\alpha, \beta) = \sum_{\alpha < \lambda_{\alpha}(A_i) < \beta} 1 \quad (i = 1, 2)$$

число с. з. оператора A_i ($i = 1, 2$), лежащих в интервале (α, β) . Тогда имеет место оценка

$$N_2(\alpha, \beta) - m - n_2 \leq N_1(\alpha, \beta) \leq N_2(\alpha, \beta) + m + n_1.$$

Доказательство. Из определений 2 и 3 следует, что

$$F_i^1 = \bar{F}_i^1 \oplus H' \quad \text{и} \quad F_i^2 = \bar{F}_i^2 \oplus H',$$

где $\dim \bar{F}_i^1 = \dim \bar{F}_i^2 = m$, F_i^1 и F_i^2 дефектные подпространства оператора A_0 соответственно в пространствах H_1 и H_2 , а \bar{F}_i^1 и \bar{F}_i^2 его полуdefектные подпространства, которые очевидно совпадают с дефектными подпространствами оператора A_0 в пространстве H . Следовательно, в силу предложения 1 оператор A_0 в пространстве H_1 (соответственно в H_2) имеет индексы дефекта $(m + n_1, m + n_1)$ (соответственно $(m + n_2, m + n_2)$). А из предложения 2 следует, что области определения операторов A_1 и A_2 задаются следующими формулами:

$$D(A_1) = D(A_0) \oplus (E - U^1) F_i^1, \quad (2)$$

$$D(A_2) = D(A_0) \oplus (E - U^2) F_i^2, \quad (3)$$

где U^1 и U^2 изометрические операторы соответственно на подпространствах F_i^1 и F_i^2 .

Обозначим через $H_{N_1(\alpha, \beta)}$ собственное подпространство оператора A_1 , соответствующее с. з. из интервала (α, β) и пусть размерность $H_{N_1(\alpha, \beta)}$ по модулю $D(A_2)$ равна r . Тогда, учитывая, что $H_{N_1(\alpha, \beta)} \subset D(A_1)$ и $D(A_0) \subset D(A_2)$, из формулы (2) получается соотношение

$$\dim H_{N_1(\alpha, \beta)} / D(A_2) = r \leq \dim D(A_1) / D(A_2) \leq m + n_1. \quad (4)$$

Используя соотношение (4), можно показать, что существуют $N_1(\alpha, \beta) - m - n_1$ линейно независимых векторов h_k из $H_{N_1(\alpha, \beta)}$, которые также принадлежат $D(A_2)$. Теперь, принимая во внимание предложение 2 и замечание 1, мы напишем равенства:

$$A_2 h_k = A_1 h_k = \sum_{j=1}^{N_1(\alpha, \beta)} \gamma_j \lambda_j^{(1)} e_j^{(1)}, \quad k = 1, 2, \dots, N_1(\alpha, \beta) - m - n_1$$

Здесь $\lambda_j^{(1)}$ с. з. оператора A_1 , удовлетворяющие неравенствам $\alpha < \lambda_j^{(1)} < \beta$, а $e_j^{(1)}$ — соответствующие собственные векторы.

Таким образом мы нашли $N_1(\alpha, \beta) - m - n_1$ линейно независимых векторов, которые удовлетворяют неравенству

$$\alpha \|h_k\|^2 \leq (A_1 h_k, h_k) \leq \beta \|h_k\|^2 \quad (5)$$

Но так как количество точек спектра самосопряженного оператора A , лежащих в интервале $\Delta = (\lambda_0 - \delta, \lambda_0 + \delta)$, равно максимальной размерности линейных многообразий $G \subset D(A)$, на которых выполнено неравенство (см. (1), стр. 277).

$$\|(A - \lambda_0 E)g\| \leq \delta \|g\|,$$

то из (5) следует, что

$$N_2(\alpha, \beta) \geq N_1(\alpha, \beta) - m - n_1 \quad (6)$$

Если в вышеприведенных рассуждениях заменить A_1 на A_2 , то будем иметь

$$N_1(\alpha, \beta) \geq N_2(\alpha, \beta) - m - n_2 \quad (7)$$

Объединяя оценки (6) и (7), получим утверждение теоремы 1.

4. Теперь, используя теорему 1, докажем подобный результат для j — самосопряженных расширений оператора A_0 (см. (4)).

Теорема 2. Пусть A_0 симметрический оператор с индексами дефекта (m, m) ($m < \infty$) в пространстве H , а A^1 и A^2 некоторые его j — самосопряженные расширения с выходом из H , на пространствах Понтрягина Π_{-1} и Π_{+1} такие, что $\Pi_{-1} = H_-^1 \oplus H_+^1$ и

$\Pi_{+2} = H_-^2 \oplus H_+^2$, где $\dim H_-^1 = x_1 < \infty$, $\dim H_+^1 = x_2 < \infty$.

Кроме того предположим, что $H \subset H_+^1$ и $H \subset H_-^2$. Тогда имеет место оценка

$$N_1(\alpha, \beta) - m - l_2 - 2x_1 - x_2 \leq N_1(\alpha, \beta) \leq N_2(\alpha, \beta) + m + l_1 + 2x_2 + x_1,$$

где $l_1 = \dim \Pi_{-1}/H < \infty$, $l_2 = \dim \Pi_{+2}/H < \infty$, а $N_1(\alpha, \beta)$, $N_2(\alpha, \beta)$ те же, что и в теореме 1.

Доказательство. Обозначим через P_1^i , P_2^i операторы ортогонального проектирования пространства Π_{-1} соответственно на H_-^1 и H_+^1 ($i = 1, 2$). Тогда оператор A^i допускает следующее матричное представление

$$A^i = \begin{pmatrix} A_{11}^i & A_{12}^i \\ A_{21}^i & A_{22}^i \end{pmatrix} \quad (i = 1, 2) \quad (8)$$

где $A'_{jk} = P_j A^i P_k$ ($j, k = 1, 2$) операторы из H'_- в H'_+ и $A'_{11} = (A'_{11})^*$, $A'_{12} = -(A'_{21})^*$, $A'_{22} = (A'_{22})^*$ (в силу i — самосопряженности операторов A^1 и A^2).

Заметим, также, что A'_{22} и A'_{22} являются самосопряженными расширениями оператора A_0 соответственно на пространстве $H^1_+ = H \oplus W_1$ и $H^2_+ = H \oplus W_2$, где $\dim W_1 = l_1 - x_1$, $\dim W_2 = l_2 - x_2$.

Пусть $N'_{22}(a, \beta)$ и $N''_{22}(a, \beta)$ числа с. з., лежащих в интервале (a, β) соответственно для операторов A'_{22} и A''_{22} .

Тогда в силу теоремы 1 можем написать:

$$N''_{22}(a, \beta) - m - l_2 + x_2 \leq N'_{22}(a, \beta) \leq N''_{22}(a, \beta) + m + l_1 - x_1. \quad (9)$$

Далее, полагая

$$B^i = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & A'_{22} \end{pmatrix}, \quad C^i = \begin{pmatrix} A'_{11} & - (A'_{21})^* \\ A'_{21} & 0 \end{pmatrix} \quad (i=1, 2)$$

из представления (8) будем иметь $A^i = B^i + C^i$, где B^i самосопряженный оператор, а C^i — не более чем $2x_i$ -мерный оператор. Следовательно

$$N^i_{22}(a, \beta) - 2x_i \leq N_i(a, \beta) \leq N^i_{22}(a, \beta) + 2x_i \quad (i=1, 2). \quad (10)$$

Из оценок (9) и (10) следует утверждение теоремы.

5. Введем пространство Ω , элементы которого — наборы из $n+1$ компонент $U = (y(x), u_1, u_2, \dots, u_n)$, причем $y(x) \in L_2(0, +\infty)$, а u_k — комплексные числа. Обозначим через $U^* = |u_1, u_2, \dots, u_n|$.

Определим оператор T в пространстве Ω , область определения $D(T)$ которого состоит из векторов $U = |y(x), u_1, u_2, \dots, u_n|$ таких, что $y(x)$ принадлежит максимальной области определения дифференциального выражения l , а $u_1 = a_n y'(0) - b_n y(0)$. Для $U \in D(T)$ положим $TU = |l[y(x)], u_2 - a_{n-1} y'(0) + b_{n-1} y(0), u_3 - a_{n-2} y'(0) + b_{n-2} y(0), \dots, -a_0 y'(0) + b_0 y(0)|$.

Ясно, что T — линейный замкнутый оператор с компактной резольвентой.

Имеет место

Предложение 3. Задача на с. з. оператора T эквивалентна краевой задаче (1).

Теперь зададим в Ω (в общем случае индифинитное) скалярное произведение

$$\langle U, V \rangle = \int_0^\infty u(x) \overline{v(x)} dx + U^* M V^*, \quad (11)$$

где $U, V \in \Omega$, а M — некоторая вещественная симметрическая матрица порядка n . Очевидно, что (11) — конечно-ранга индефинитности

$x(0 \leq x \leq l)$. Пространство Ω со скалярным произведением (11) становится пространством Понтрягина Π .

Если степень $P(\lambda)$ меньше степени $Q(\lambda)$, то через s обозначим индекс Коши функции $R(\lambda)$ в пределах от $-\infty$ до $+\infty$; в противном случае через s обозначим индекс Коши функции $-1/R(\lambda)$ также в пределах от $-\infty$ до $+\infty$.

В дальнейшем нам понадобится следующее утверждение (см. (2)).

Предложение 4. В пространстве Ω можно выбрать, и притом однозначным образом, J -метрику вида (11) так, чтобы оператор T был в ней J -самосопряженным. При таком выборе метрики (11) $x = \frac{n-s}{2}$. Метрика (11) дефинитна ($x=0$) в том и только в том

случае, когда рациональная функция $R(\lambda)$ отображает верхнюю полуплоскость в себя.

Теперь обозначим через L_0 минимальный оператор, соответствующий дифференциальному выражению l^* . Из предложения 3 и первой части предложения 4 следует, что задачу (1) можно трактовать как некоторое J -самосопряженное расширение симметрического оператора L_0 в пространстве Понтрягина, которое удовлетворяет условиям теоремы 2. Следовательно, учитывая, что при некоторых условиях на $q(x)$ (см. (3), гл. V) всякое самосопряженное расширение оператора L_0 имеет дискретный спектр, с помощью теоремы 2 получаем следующий результат:

Теорема 3. *Спектр задачи (1) дискретный, а число с. з. $N_1(\alpha, \beta)$, лежащих в интервале (α, β) удовлетворяет неравенствам (см. вторую сноску):*

$$N_0(\alpha, \beta) - k - 2 \frac{n-s}{2} < N_1(\alpha, \beta) < N_0(\alpha, \beta) + k + n + \frac{n-s}{2} \quad (k = 1, 2), \quad (12)$$

где $N_0(\alpha, \beta)$ — число с. з. некоторого самосопряженного расширения оператора L_0 в интервале (α, β) .

Замечание 2. Если $R(\lambda)$ отображает верхнюю полуплоскость в себя, то, принимая во внимание вторую часть предложения 4 с помощью теоремы 1, получим следующее уточнение формулы (12):

$$N_0(\alpha, \beta) - k \leq N_1(\alpha, \beta) \leq N_0(\alpha, \beta) + k + n \quad (k = 1, 2)$$

Из этих результатов вытекает, что густота собственных значений задачи (1) с разными рациональными функциями от λ в граничном условии одинакова и равна густоте с. з. задачи (1) с самосопряженным граничным условием, например $y(0) = 0$.

Автор искренне благодарит своего научного руководителя А. Г. Костюченко за ценные советы и обсуждения.

Московский государственный университет

* Известно, что индексы дефекта оператора L_0 в пространстве $L_2(0, +\infty)$ равны (1.1) или (2.2) (см. (1) добавление II).

Ուպեկոտրայ խնդրի մասին, որի եզրային պայմանի մեջ մտնում է λ -ից կախված ռացիոնալ ֆունկցիա

Դիտարկվում է հետևյալ եզրային խնդիրը՝

$$L[y(x)] = -y''(x) + q(x)y(x) = \lambda y(x)$$

$$y(0) - R(\lambda)y'(0) = 0,$$

որտեղ $R(\lambda)$ -ն ռացիոնալ ֆունկցիա է։ Ուսումնասիրվում է նրա սեփական արժեքների բաշխման բանաձևը։ Լկայացուցված է, որ վերը դրված խնդիրն ունի դիսկրետ սպեկտր և նրա սեփական արժեքների խտությունը համընկնում է ինքնահամալուծ եզրային պայմաններով խնդրի սեփական արժեքների խտության հետ։

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱՎԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Н. И. Ахиезер, И. М. Глазман. Теория линейных операторов в гильбертовом пространстве. М., «Наука», 1966. ² Е. М. Руссаковский. Операторная трактовка граничной задачи со спектральным параметром, полиномиально входящим в граничные условия. функц. анализ и его прилож., т. 9, № 4 (1975). ³ М. А. Красносельский. Укр. мат. журнал», № 1, 1949. ⁴ Л. С. Понтрягин. «Известия АН СССР», сер. мат., т. 8, вып. 6, стр. 243—280 (1944). ⁵ Б. М. Левитан, И. С. Саргсян. Введение в спектральную теорию. М., «Наука», 1970.

УДК 517.43.

МАТЕМАТИКА

В. Н. Вардазарян

Спектральная теория одномерной случайной системы Дирака

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Р. А. Александряном 23/III 1977)

В работе рассматриваются „типичные“ свойства одномерной системы Дирака, которую, следуя монографии (1), мы будем записывать в виде:

$$\frac{d}{dt} y_1 = y_1 + \rho_1(t, \omega) y_2 - \lambda y_2; \quad t \in R^1, \quad \omega \in \Omega, \quad (1)$$

$$\frac{d}{dt} y_2 = -y_2 - \rho_2(t, \omega) y_1 + \lambda y_1.$$

Потенциалы ρ_1 и ρ_2 будут предполагаться ограниченными, параметр ω принадлежит выборочному пространству Ω , снабженному вероятностной мерой P . Мы считаем, что эта мера инвариантна относительно трансляций $t \rightarrow t+h$, $h \in R^1$, так что с вероятностной точки зрения $(\rho_1(t, \omega), \rho_2(t, \omega))$ двумерный стационарный в узком смысле процесс.

Нас будут интересовать спектральные свойства системы (1), выполненные P -почти-наверное (п. н.) (именно такие свойства и называются „типичными“).

Теория случайного оператора Штурма—Лиувилля развита в (2-4). Настоящая статья имеет много точек соприкосновения с этими работами. Так же как и в (2²) мы сосредоточим внимание на специальном классе марковских потенциалов. Именно пусть K —компактное риманово многообразие класса C^∞ , Δ -оператор Лапласа-Бельтрами, dy —риманова мера, $F_i(x): K \rightarrow R^1$, $i=1, 2$ —гладкие неуплощающиеся функции. Последнее означает, что для некоторого n_0 и любой точки $x \in K$ найдутся такие $m_i \leq n_0$, $i=1, 2$, что $d^{m_i}(F_i(x)) \neq 0$.

Пусть X_t —диффузионный процесс на K с инфинитезимальным оператором $1/2 \Delta$; $p(t, x, y)$ —его переходная плотность. Тогда

$$\lim_{t \rightarrow \infty} p(t, x, y) = \frac{1}{V(K)} = \frac{1}{\int_K dy},$$

причем сходимость экспоненциально быстрая. Если считать, что в какой-то момент t_0 процесс X_t имеет равномерное распределение на K (с плотностью $1/V(K)$), то X_t , а значит и $F_i(X_t)$, $i=1,2$ превращаются в стационарные процессы с хорошими свойствами эргодичности. Отныне мы будем считать, что

$$\rho_1(t, \omega) = F_1(X_t), \quad \rho_2(t, \omega) = F_2(X_t).$$

2. Как и в (1) мы будем изучать спектральные свойства системы (1) в гильбертовом пространстве $L^2(R^1)$ вектор-функций $y(t) = (y_1(t), y_2(t))$ со скалярным произведением

$$(y, \bar{y}) = \int_{R^1} (y_1 \bar{y}_1 + y_2 \bar{y}_2) dt.$$

Одним из основных объектов, связанных с (1) является матричная спектральная мера $\sigma = \begin{pmatrix} \xi & \eta \\ \eta & \zeta \end{pmatrix}$ и особенно, ее след: $\text{Sp} \sigma = \rho = \xi + \zeta$.

В частности, система Дирака имеет в $L^2(R^1)$ полную ортонормированную систему собственных функций тогда и только тогда, когда мера ρ чисто атомическая и спектр S системы Дирака (как множество на оси λ) совпадает с носителем меры ρ .

Меру ρ удобно (метод Левитана) строить предельным переходом. Рассмотрим на $[-L, L]$ задачу (1) с граничными условиями

$$\begin{aligned} y_1(-L) \sin \varphi^- - y_2(-L) \cos \varphi^- &= 0, \\ y_1(L) \sin \varphi^+ + y_2(L) \cos \varphi^+ &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Если $\lambda_0(L), \lambda_1(L), \dots$ и $y_0(t), y_1(t), \dots, t \in [-L, L]$ собственные значения и собственные функции задачи (1), (2), то след соответствующей спектральной меры ρ_L определяется (для интервала Δ на оси λ) формулой

$$\rho_L(\Delta) = \sum_{\lambda_i \in \Delta} \frac{y_1^2(0, \lambda_i) + y_2^2(0, \lambda_i)}{\int_{-L}^L |y(t, \lambda_i)|^2 dt} \sum_{\lambda_i \in \Delta} z_i(L). \quad (3)$$

Нам удобно (действуя по аналогии (2) и (3)) выразить $\rho_L(\Delta)$ в других терминах. Положим в системе (1)

$$\begin{aligned} y_1(t, \lambda) &= r \sin \theta, & \frac{\partial \theta}{\partial t} &= z(t, \lambda), & \theta &\in S^1, & z &\in R^1. \\ y_2(t, \lambda) &= r \cos \theta, & & & & & \end{aligned} \quad (4)$$

(Здесь S^1 — интервал $(0, \pi)$ с отождествленными концами, $R^+ = \{z, z > 0\}$).

Тот факт, что $\frac{\partial \theta}{\partial t} > 0$ доказывается совсем просто).

Без труда получаются следующие формулы (более симметричные, чем аналогичные формулы в (2) и (3)):

$$\frac{d\theta}{dt} = \sin 2\theta + (\lambda - \rho_2(x)) \sin^2 \theta + (\lambda - \rho_1(x)) \cos^2 \theta,$$

$$\frac{dr}{dt} = \frac{1}{2} r (2 \cos 2\theta + \sin 2\theta (\rho_1(x) - \rho_2(x))), \quad (5)$$

$$\frac{dz}{dt} = z (2 \cos 2\theta + (\rho_1(x) - \rho_2(x)) \sin 2\theta) + 1.$$

3. Мы будем строить собственные функции $y_\lambda(t)$; $t \in [-L, L]$ склеивая в точке 0 решения уравнений (1) и (2), выпущенные из точек $\pm L$. С этой целью вводятся симметричные обозначения;

$$\theta^+(s) = \theta(-L + s), \quad \theta^+(0) = \varphi^+, \quad \theta^-(s) = -\theta(L - s), \quad \theta^-(0) = \varphi^-,$$

$$r^+(s) = r(-L + s), \quad r^-(s) = -r(L - s), \quad (6)$$

$$z^+(s) = \frac{\partial \theta^+}{\partial \lambda}, \quad z^+(0) = 0, \quad z^-(s) = \frac{\partial \theta^-}{\partial \lambda}, \quad z^-(0) = 0,$$

$$0 \leq s \leq L.$$

Функции θ^\pm , r^\pm , z^\pm удовлетворяют прежним уравнениям (5) с очевидными модификациями. Из этих уравнений амплитуды r^\pm еще не определяются однозначно. Положим $r^\pm(L) = r^\pm(0) = 1$. Тогда мы можем построить при любом λ „квазирешение“ (1), (2)

$$\hat{y}_\lambda(t) = \begin{cases} (r^+ \sin \theta^+, r^+ \cos \theta^+)(L+t), & -L \leq t \leq 0, \\ (r^- \sin \theta^-, r^- \cos \theta^-)(L-t), & 0 \leq t \leq L, \end{cases} \quad (7)$$

удовлетворяющее системе (1) всюду, кроме, быть может, точки $t=0$.

Лемма 1. При любом λ

$$z_1^+(L) + z_1^-(L) = \frac{\partial(\theta^+ + \theta^-)}{\partial \lambda}(L) = \|\hat{y}_\lambda\|_{L^2(-L, L)}.$$

Лемма 2. Собственные числа задачи (1) и 2 суть корни уравнения

$$\theta_1^+(L) + \theta_1^-(L) \equiv 0 \pmod{\pi}.$$

Лемма 3. Для любого $\varepsilon > 0$

$$\sum_{i \in \mathbb{N}} z_i^+(L) = \int \frac{\delta((\theta_1^+(L) + \theta_1^-(L)) \bmod \pi)}{(z_1^+(L) + z_1^-(L))^i} d\lambda,$$

где $z_i(L)$ — атомы меры ρ_i , а δ -функцию в правой части следует понимать в смысле естественного предельного перехода.

Леммы 1—3 доказываются примерно по тому же плану, что в (2.3) с использованием явных формул (5)–(7).

4. Следующие три леммы очень важны. Их вывод опирается на теорию вырожденных эллиптических и параболических операторов.

Они доказываются по плану, предложенному в (2), но с учетом ряда технических деталей.

Лемма 4. Каждая из пар $(\theta^+(t), X_t^+)$, $(\theta^-(t), X_t^-)$, $t \geq 0$ представляет марковский эргодический диффузионный процесс. Если $p_i^\pm(t, (x_1, \theta_1), (x_2, \theta_2))$ — соответствующие переходные плотности, то

$$\lim p_i^\pm(t, (x_1, \theta_1), (x_2, \theta_2)) = \pi_i^\pm(x_1, \theta_1)$$

(сходимость экспоненциально быстрая).

Лемма 5. При любом i обе тройки процессов (X^i, θ^i, z^i) марковские и имеют при $t > t_0 > 0$ и $i \in \Delta$ ограниченные (по совокупности аргументов) плотности $p_i^\pm(t, (x_1, \theta_1, z_1), (x_2, \theta_2, z_2))$. Следующая лемма (точно так же как и ее аналог в (2)) играет в дальнейшем центральную роль. Она тесно связана с известной теоремой Ферстенберга.

Лемма 6. Для любого $0 < \epsilon < 1$, $i \in \Delta$ и любых (x_1, θ_1) , $t > 0$

$$M(z_i^{\pm \epsilon} | X_0^\pm = x_1, \theta^\pm(0) = \theta_1, z^\pm(0) = 0) < \epsilon < \infty.$$

Лемма 7. Переходные вероятности P_i^\pm , введенные в лемме 5, сходятся при $t \rightarrow \infty$ к единственной инвариантной мере с плотностью $\pi_i^\pm(x, \theta, z)$ (сходимость ограниченная).

Из лемм 1–6 по тому же плану, что и в (2,3), но в ряде случаев с серьезными техническими изменениями выводятся следующие результаты.

Теорема 1. Для любого интервала Δ

$$M_{\theta_L}(\Delta) = \int_{\Delta} d\lambda \int_S \pi_i^+ \pi_i^- dx d\theta.$$

Теорема 2. Существует плотность состояния, т. е.

$$\lim_{L \rightarrow \infty} \frac{H(\lambda, \Delta)}{2L} = \int_{\Delta} n(\lambda) d\lambda,$$

где $H(\lambda, \Delta)$ — число $\{i; (L) \in \Delta\}$, причем $n(\lambda) = \int_S \pi_i^+(\theta) \pi_i^-(\theta) d\theta$, а это значит, что $\int_{\Delta} n(\lambda) d\lambda = M_{\theta_L}(\Delta)$.

Теорема 3. Спектр S системы (1) с вероятностью 1 совпадает с своим существенным спектром и с замыканием множества $\{\lambda; n(\lambda) > 0\}$. Этот спектр состоит из оси $-\infty < \lambda < \infty$ с выкинутым интервалом (λ_1, λ_2) , где

$$\lambda_1 = \max_{(p_1, p_2)} 1/2(p_1(x) + p_2(x) - \sqrt{(p_1(x) - p_2(x))^2 + 4}),$$

$$\lambda_2 = \min_{(p_1, p_2)} 1/2(p_1(x) + p_2(x) + \sqrt{(p_1(x) - p_2(x))^2 + 4}).$$

Подчеркнем, что теоремы 2 и 3 доказываются существенно труднее, чем их аналоги для уравнения Штурма—Луивия.

5. Следующая простая лемма объясняет основную идею доказательства теоремы о точечном спектре.

Лемма В. Пусть ν_i — последовательность точечных мер на Δ , слабо сходящихся к конечной мере ν . Пусть также $\nu_i(L)$ — итом меры ν_i . Если

$$\lim_{i \rightarrow \infty} \lim_{L \rightarrow \infty} \sum_{\lambda \in L} \nu_i^{(L)} = \nu(\Delta),$$

то предельная мера ν чисто точечная.

Используя это утверждение и предыдущие технические леммы можно установить один из двух центральных результатов настоящей работы.

Теорема 4. Системы Дирака (1) с описанием выше случайным потенциалом имеет с вероятностью 1 всюду плотную на S точечную однократную спектральную меру (множество S описано в теореме 3).

Следующая теорема обобщает основной результат работы (2) на системы Дирака.

Теорема 5. С вероятностью 1 каждая из функций $y_n(t)$ собственного ортонормированного базиса системы Дирака в $L^2(\mathbb{R}^1)$, существование которого установлено в предыдущей теореме, экспоненциально убывает, то есть найдутся постоянные $\tau_1, c_1, \eta_1 > 0$ такие, что $|y_n(t)| \leq c_1 e^{-\eta_1 |t| - \tau_1}$, причем постоянную η_1 можно выбрать равномерно положительной в каждом интервале «энергий» Δ .

Как и в (2) для доказательства этой теоремы придется привлекать случайные процессы, зависящие от двух параметров λ, μ и вычислять математические ожидания типа моментов второго порядка от спектральной меры. Приведем формулировку одного промежуточного результата, представляющего самостоятельный интерес (см. для сравнения (3) и (4)).

Теорема 6. Для любого Δ

$$\begin{aligned} M |M(\Delta)|^2 = & \int_{\Delta} d\lambda \int_{\mathbb{R}^+ \times \mathbb{R}^+} \frac{\pi_{\lambda}^+(x, \theta, z_1) \pi_{\lambda}^-(x, -\theta, z_2)}{z_1 + z_2} dz_1 dz_2 d\theta dx + \\ & + 2 \int_{\Delta} d\lambda d\lambda' \int_{\mathbb{R}^+ \times \mathbb{R}^+} \pi_{\lambda, \lambda'}^+(x, \theta, \theta_1) \pi_{\lambda, \lambda'}^-(x, -\theta, -\theta_1) dx d\theta d\theta_1, \end{aligned}$$

где $\pi_{\lambda, \lambda'}^{\pm}(x, \theta, \theta_1)$ — плотности инвариантных мер марковских процессов $(X^{\pm}, \theta^{\pm}, \theta_1^{\pm})$.

6. Мы совсем не касались здесь асимптотических задач, в частности, вопросов об асимптотическом поведении спектральной меры или плотности состояний как при $\lambda \rightarrow \infty$, так и при $\lambda \rightarrow \lambda_{\text{гг}}$, где $\lambda_{\text{гг}}$ — концы лакуны в спектре S (см. теорему 3). Это можно делать применяя комбинированные, аналитические и вероятностные методы. В частности, так же как и в работе (⁶), очень полезной оказывается формула Каца—Фейнмана.

В заключение благодарю С. А. Молчанова, под руководством которого была выполнена настоящая работа.

Ервандский государственный педагогический институт им. Х. Абовяна

Վ Ե ՀԱՄԱՅՆՈՒՄ

Դիրաճի միաշափ պատահական սիստեմի սպեկտրալ տեսություն

Հոգովածում գրառվելով էե Դիրաճի միաշափ սիստեմներ պատահական $(p_1(t, \omega), p_2(t, \omega))$ -վեկտոր պատկերացում:

$$\frac{d}{dt} y_1 = y_1 + p_1(t, \omega) y_1 - i y_2; \quad t \in \mathbb{R}^1, \quad \omega \in \Omega \quad (1)$$

$$\frac{d}{dt} y_2 = -y_2 - p_2(t, \omega) y_1 + i y_1$$

Ստացված էե մի քանի սպեկտրալ հատկություններ վերը նշված սիստեմների համար:

Գլխավոր արդյունքներն էե՝ միաճոր համակարգի սիստեմներ պատահական պատկերացում Դիրաճի սիստեմի սպեկտրի վրա ունի ամենուրեք խիստ կետային սպեկտրալ շափ. և որ միաճոր համակարգի $L^1(\mathbb{R}^1)$ -ում (1) սիստեմի օրթոնորմավորված բազիսի ամեն մի $y(t)$ ֆունկցիա կրկնպատկերային է:

ЛИТЕРАТУРА — ՉՐԱՎՈՒՄՆԵՐՆԵՐ

- ¹ Б. М. Левинсон, И. С. Сергеев, Введение в спектральную теорию, М., 1970.
² Н. Я. Голдшмид, С. А. Молчанов, Л. А. Пастур, «Функциональный анализ», т. II, № 1, 1—10 (1977).
³ С. А. Молчанов, «Известия АН СССР», сер. Математика, т. 61, № 2, 231—254 (1977).
⁴ Н. Я. Голдшмид, С. А. Молчанов, ДАН СССР, т. 230, № 4, 761—764 (1976).
⁵ Л. А. Пастур, УГІН, т. XXVIII, № 1 (1991), стр. 3—64 (1973).

УДК 513.836

МАТЕМАТИКА

Э. А. Мирзаханян

Зависимость бесконечномерных гомотопических групп от базисной точки

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Р. А. Александрияном 16/IV 1977)

В этой статье рассматривается вопрос о зависимости бесконечномерных гомотопических групп $\Pi_q(X, x_0)$ и $\Pi_q^*(X, x_0)$ подмножеств вещественного сепарабельного гильбертова пространства H ⁽¹⁾, ⁽²⁾ от выбора базисной точки $x_0 \in X$. Оказалось, что как и в случае конечномерных гомотопических групп, бесконечномерные гомотопические группы, построенные в различных точках, принадлежащих одной и той же компоненте линейной связности множества X изоморфны между собой.

При этом представляется удобным воспользоваться первым из двух эквивалентных подходов к определению бесконечномерных гомотопических групп, а именно, подходом, опирающимся на произвольный фиксированный ортонормированный базис $e = \{e_n\}$ пространства H и линейные ограниченные операторы $S_q^e, T_q^e: H \rightarrow H$, определяемые по формулам:

$$S_q^e(e_n) = \begin{cases} 0 & \text{при } n \leq q \\ e_{n-q} & \text{при } n > q \end{cases}$$

$$T_q^e(e_n) = e_{n+q} \quad \text{при } n = 1, 2, \dots$$

Через Σ будем обозначать замкнутый единичный шар пространства. Пусть X произвольное подмножество пространства H , а $x_0 \in X$ произвольная фиксированная точка, которую мы примем в качестве базисной.

Определение. Для любого целого числа q непрерывное отображение $f: (H, H \setminus \Sigma) \rightarrow (X, x_0)$ называем сферондом (первого рода) индекса q множества X в точке x_0 , если при $q \geq 0$ $f = \varphi \circ T_q^e$, где отображение φ определено на $T_q^e(H)$ и принадлежит классу K_0 , построенного В. Г. Болтянским ⁽¹⁾, а при $q \leq 0$ $f = S_{-q}^e \circ \psi$, где отображение $\psi: H \rightarrow H$ принадлежит классу K_0 . Если f и g — два сферонда одного и того же индекса q множества X в точке x_0 , то их суммой называем сферонд $h = f + g$, задаваемой по формуле:

$$h(x) = \begin{cases} f(2x - e_1) & \text{при } xe_1 < 0 \\ g(2x + e_1) & \text{при } xe_1 > 0, \end{cases}$$

где xe_1 — скалярное произведение вектора x и e_1 .

Обозначим через R числовую прямую, а через I — отрезок $[0, 1]$. Прямое произведение $H^* = R \times H$ будем рассматривать как гильбертово пространство, считая для двух элементов $(t, x), (t', x')$ пространства H^* их скалярное произведение равным $tt' + xx'$. Если обозначить вектор $(1, 0) \in H^*$ через e_0 , то последовательность $\varepsilon^* = (e_0, e_1, \dots, e_n, \dots)$ будет ортонормированным базисом пространства H^* (где $\varepsilon = \{e_n\}$) — упомянутый выше фиксированный базис.

Ясно, что H -гиперплоскость в H^* ортогональна вектору e_0 , а $I \times H$ — полоса в H^* .

Определение. Непрерывное отображение $\Phi: I \times H \rightarrow X$ называется гомотопией сферондов индекса q множества X в точке $x_0 \in X$, если оно удовлетворяет следующим условиям:

а) При $q \geq 0$ $\Phi = \varphi \circ T_q^+$, а

при $q \leq 0$ $\Phi = S_q^- \circ \psi$, где

отображения S_q^+ , T_q^+ и φ , ψ обладают упомянутыми выше свойствами при определении сферондов, но уже относительно гильбертова пространства H^* .

б) для любого $t \in I$ отображение $f_t: H \rightarrow X$, определяемой равенством $f_t(x) = \Phi(t, x)$, $x \in H$ является сферондом индекса q множества X в точке x_0 . Если при этом $f_0 = f$ и $f_1 = g$, то мы будем говорить, что гомотопия Φ соединяет сферонды f и g .

Два сфероида f, g индекса q множества X в точке x_0 называются гомотопными между собой, если существует соединяющая их гомотопия.

В случае бесконечномерных гомотопических групп $\Pi_q^r(X, x_0)$ компактного типа на сферонды и их гомотопии (которые при этом называются компактного типа) накладываются дополнительные ограничения. А именно, требуется, чтобы прообраз $f^{-1}(M)$ для каждого компактного $M \subset X \setminus \{x_0\}$ был компактен и на этом прообразе терминальная производная ⁽²⁾ отображения $T_q^- \circ f$ (при $q \leq 0$) или отображения $f \circ S_q^+$ (при $q > 0$) была отлична от нуля. Далее, от гомотопии $\Phi(t, x)$ требуется, чтобы сферонды, определенные формулой $f_t(x) = \Phi(t, x)$ были компактного типа.

Предложение 1. Пусть $f: (H, H \setminus \Sigma) \rightarrow (X, x_1)$ произвольный сферонд индекса q множества X в точке x_1 , а $\varepsilon: (I, 0, 1) \rightarrow (X, x_0, x_1)$ некоторый путь в X , соединяющий точку x_0 с x_1 .

Определим гомотопию $\varphi_t: (H \setminus \Sigma) \rightarrow X$ отображения $\varphi_0 = f|_{H \setminus \Sigma}$, положив $\varphi_t(x) = \varepsilon(1-t)$, $0 < t < 1$. Тогда существует гомотопия сферондов $f_t: H \rightarrow X$, $0 \leq t \leq 1$ такая, что $f_0 = f$ и $f_t|_{H \setminus \Sigma} = \varphi_t$ и, следовательно, $f_1: (H, H \setminus \Sigma) \rightarrow (X, x_0)$ является сферондом индекса q множества X точки x_0 .

Замечание. Если в предложении 1 рассматривать сферонды f компактного типа, то гомотопию f_t можно построить так, чтобы она была гомотопией компактного типа.

В силу предложения 1, каждый путь $\sigma: (I, 0, 1) \rightarrow (X, x_0, x_1)$ порождает некоторое отображение $\sigma_*: F_g(X, x_1) \rightarrow F_g(X, x_0)$ совокупности сферондов индекса g множества X в точке x_1 в совокупность сферондов индекса g в точке x_0 , которое порождает некоторое отображение $\sigma_*: \Pi_g(X, x_1) \rightarrow \Pi_g(X, x_0)$. При рассматривании сферондов компактного типа соответственно возникают отображения:

$$\sigma_*^c: F_g^c(X, x_1) \rightarrow F_g^c(X, x_0) \text{ и}$$

$$\sigma_*^c: \Pi_g^c(X, x_1) \rightarrow \Pi_g^c(X, x_0)$$

Согласно теореме Ху (*) всякая пара (P, Q) , где P и Q абсолютно окрестностные ретракты (ANR) и Q замкнуто в P , абсолютно удовлетворяет аксиоме о распространении гомотопии.

Лемма. Пусть P и Q подмножества гильбертова пространства H , являющиеся абсолютно окрестностными ретрактами, причем Q замкнуто в P , а Y — произвольное подмножество из H ; пусть далее $f: P \rightarrow Y$ непрерывное отображение, принадлежащее классу K_0 и $\tau_t: Q \rightarrow Y$ — гомотопия в классе K_0 отображения $\varphi_0 = f|_Q$, тогда существует гомотопия f_t в классе K_0 отображения f , являющаяся распространением гомотопии τ_t .

Эта лемма играет центральную роль и позволяет в частности доказать следующее утверждение.

Предложение 2. Всякий путь $\sigma: (I, 0, 1) \rightarrow (X, x_0, x_1)$ порождает отображение $\sigma_*: \Pi_g(X, x_1) \rightarrow \Pi_g(X, x_0)$ причем:

1. σ^* — гомоморфизм
2. Если $\sigma, \sigma': (I, 0, 1) \rightarrow (X, x_0, x_1)$ эквивалентные пути, то $\sigma_* = \sigma'_*$.
3. Если $\sigma: (I, 0, 1) \rightarrow (X, x_0, x_1)$, а

$$\tau: (I, 0, 1) \rightarrow (X, x_1, x_2), \text{ то } (\sigma\tau)_* = \sigma_* \circ \tau_*.$$

4. Гомоморфизм $\sigma_*: \Pi_g(X, x_0) \rightarrow \Pi_g(X, x_0)$, порожденный постоянным путем $\sigma: I \rightarrow \{x_0\}$ является тождественным автоморфизмом группы $\Pi_g(X, x_0)$.

5. Если $f: X \rightarrow Y$ — отображение класса K_0 , $\sigma: (I, 0, 1) \rightarrow (X, x_0, x_1)$ произвольный путь и $\tau = f\sigma: (I, 0, 1) \rightarrow (Y, f(x_0), f(x_1))$, то имеет место коммутативная диаграмма

$$\begin{array}{ccc} \Pi_g(X, x_1) & \xrightarrow{\sigma_*} & \Pi_g(Y, f(x_1)) \\ \downarrow \tau_* & & \downarrow \tau_* \end{array}$$

$$P_g(X, x_0) \stackrel{f_*}{\cong} P_g(Y, f(x_0)),$$

где f_* — гомоморфизм, индуцированный отображением f .

Замечание. Если вместо групп $\Pi_g(X, x)$ рассматривать группы $\Pi_g^c(X, x)$ компактного типа, то упомянутое выше отображение $\sigma_*: \Pi_g^c(X, x_1) \rightarrow \Pi_g^c(X, x_0)$ тоже удовлетворяет всем условиям, приведенным в предложении 2.

Основным результатом этой статьи является следующее утверждение
Теорема. *Всякий путь $\sigma: (I, 0, 1) \rightarrow (X, x_0, x_1)$, соединяющий точку x_0 с x_1 , индуцирует изоморфизмы $\sigma_*: \Pi_g(X, x_1) \cong \Pi_g(X, x_0)$ и $\sigma_*^c: \Pi_g^c(X, x_1) \cong \Pi_g^c(X, x_0)$, зависящее только от гомотопического класса пути σ .*

Согласно этой теореме бесконечномерные гомотопические группы $\Pi_g(X, x)$ (соответственно $\Pi_g^c(X, x)$ индекса g линейно связного подмножества X пространства H , построенные в различных точках $x \in X$ изоморфны между собой. Таким образом, эти группы, рассматриваемые как абстрактные группы, не зависят от выбора базисной точки и обозначаются через $\Pi_g(X)$ и $\Pi_g^c(X)$. $\Pi_g(X)$ называется бесконечномерной гомотопической группой индекса g компактного типа линейно связного множества $X \subset H$.

Приведенные выше все результаты остаются справедливыми и для бесконечномерных относительных гомотопических групп (*).

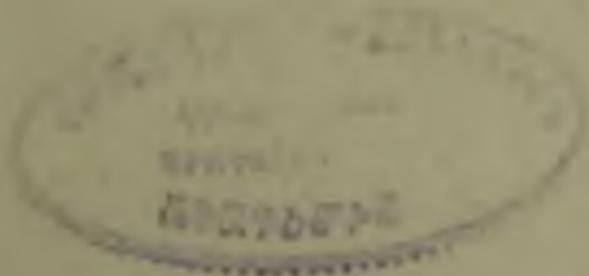
$\Pi_g(X, A, x_0)$ и $\Pi_g^c(X, A, x_0)$, а именно: всякий путь $\sigma: (I, 0, 1) \rightarrow (A, x_0, x_1)$ множества A порождает изоморфизмы

$$\sigma_*: \Pi_g(X, A, x_1) \cong \Pi_g(X, A, x_0) \text{ и}$$

$$\sigma_*^c: \Pi_g^c(X, A, x_1) \cong \Pi_g^c(X, A, x_0)$$

Таким образом, когда подмножество $A \subset H$ линейно связно, все группы $\Pi_g(X, A, x)$ (соответственно $\Pi_g^c(X, A, x)$, построенные в различных точках $x \in A$, изоморфны между собой, т. е. не зависят от выбора базисной точки и обозначаются через $\Pi_g(X, A)$ и $\Pi_g^c(X, A)$.

В заключение отметим, что в силу условий 1 — 4 предложения 2 каждая из систем $\{\Pi_g(X, x); x \in X\}$ и $\{\Pi_g^c(X, x); x \in X\}$ образует локальную систему групп на множестве $X \subset H$ (*). Аналогично, и силу сказанного выше, каждая из систем $\{\Pi_g(X, A, x); x \in A\}$ и $\{\Pi_g^c(X, A, x); x \in A\}$ тоже образует локальную систему групп на множестве A .



Անվերջ չափանի հոմոտոպիկ խմբերի կախումը բազիսային կետից

Հոդվածում դիտարկված է իրական սեպարատի H հիլբերտյան տարածության ենթաբազմությունների անվերջ չափանի հոմոտոպիկ $\Pi_q(X, x_0)$ և $\Pi_r(X, x_0)$ խմբերի կախումը բազիսային կետի ընտրությունից:

Պարզվում է, որ ինչպես և վերջավոր չափի դեպքում, X -ի բազմության միևնույն գծային կապակցության կոմպոնենտին սլատկանոց երկու տարրեր կետերում կառուցված անվերջ չափանի հոմոտոպիկ խմբերը էզոմորֆ են իրար, այսինքն կախված չեն բազիսային կետի ընտրությունից:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Э. А. Мирзаханян, «Известия АН Арм. ССР», сер. Математика, т. VII, № 3, 212—225 (1973). ² Э. А. Мирзаханян, «Известия АН Арм. ССР», сер. Математика, т. X, № 2, 153—162 (1975). ³ В. Г. Болтянский, «Известия АН Арм. ССР», сер. Математика, т. IX, № 2, 1974, 107—120. ⁴ Ши Дзен Ху, ДАН СССР, т. 57, № 3, (1947). ⁵ Э. А. Мирзаханян, ДАН Арм. ССР, т. 58, № 1, 15—20 (1974). ⁶ N. E. Steinrod, Ann. of Math, 44, 610—627, 1943.

УДК 539.3

МЕХАНИКА

Г. Е. Багдасарян

О колебаниях и устойчивости проводящих пластин
в поперечном магнитном поле

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. А. Амбарцумяном 15/XII 1976)

На основе гипотезы магнитоупругости тонких тел, предложенной в работах (1,2), рассматриваются задачи колебаний и устойчивости проводящих пластин в магнитном поле, вектор напряженности которого перпендикулярен к срединной плоскости пластинки. Определяются критическое значение напряженности магнитного поля и частоты колебания пластинки. Исследуется влияние проводимости материала пластинки и напряженности магнитного поля на характеристики упругих колебаний.

1. Пусть упругая изотропная пластинка постоянной толщины $2h$ отнесена к декартовой системе координат x_1, x_2, x_3 так, что срединная плоскость недеформированной пластинки совпадает с координатной плоскостью x_1x_2 .

Пластинка, изготовленная из материала с конечной постоянной электропроводностью σ , находится в заданном постоянном магнитном поле $\vec{B}_0(0,0,B_3)$.

В отношении тонкой пластинки принимается гипотеза магнитоупругости тонких тел (1,2), согласно которой а) нормальный к срединной плоскости прямолинейный элемент пластинки после деформации остается прямолинейным, нормальным к деформированной срединной поверхности пластинки, и сохраняет свою длину; б) тангенциальные компоненты вектора напряженности возбуждаемого электрического поля и нормальная компонента вектора напряженности возбуждаемого магнитного поля по толщине пластинки остаются неизменными.

В работах (1,2) показано, что в случае поперечного магнитного поля, в силу указанной гипотезы, связанная система магнитоупругости пластинки частично распадается (в уравнение движения пластинки не входят компоненты индуцированного магнитного поля) и задача исследования возмущенного состояния пластинки приводится к решению следующего уравнения:

$$D\Delta^2 w + 2\rho h \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - \frac{2zh^3}{3c^2} B_3^2 \frac{\partial \Delta w}{\partial t} = - \frac{2h(\mu-1)}{4\pi\mu} B_3^2 \Delta w +$$

$$+ N_{11}^0 \frac{\partial^2 w}{\partial x_1^2} + 2N_{12}^0 \frac{\partial^2 w}{\partial x_1 \partial x_2} + N_{22}^0 \frac{\partial^2 w}{\partial x_2^2} \quad (1.1)$$

с обычными условиями закрепления краев пластинки.

Здесь N_{ij}^0 — усилия, характеризующие начальное невозмущенное состояние пластинки, которые появляются вследствие намагничивания тела. Они определяются из следующих уравнений равновесия невозмущенного состояния и граничных условий на поверхности пластинки

$$\frac{\partial \sigma_{ik}^0}{\partial x_k} = 0, \quad \vec{n} \cdot \hat{\sigma}^0 = \vec{F}, \quad N_{ij}^0 = \int_{-h}^h \sigma_{ij}^0 dx_3, \quad (1.2)$$

где

$$\vec{F} = \vec{n} (\hat{T}_1 - \hat{T}_2), \quad T_{ik} = \frac{1}{4\pi} \left[H_{0i} B_{0k} - \frac{\delta_{ik}}{2} H_0 B_0 \right] \quad H_0 = \mu^{-1} B_0$$

\vec{n} — единичный вектор внешней нормали к недеформированной поверхности пластинки, $\hat{\sigma}^0$ — тензор напряжений начального состояния.

В уравнении (1.1), как обычно w — прогиб пластинки, Δ — двумерный оператор Лапласа, $D = 2Eh^3/3(1-\nu^2)$ — цилиндрическая жесткость, E — модуль упругости, ν — коэффициент Пуассона, ρ — плотность, μ — магнитная проницаемость материала пластинки.

На основе уравнения (1.1) рассмотрим конкретные задачи.

2. Имея в виду, что магнитная проницаемость μ обычно близка к единице (ферромагнитные материалы здесь не рассматриваются) и пренебрегая величинами порядка $|1-\mu|$ по сравнению с единицей, решение задачи (1.2) в случае поперечного магнитного поля найдем в виде

$$\sigma_{11}^0 = \sigma_{22}^0 = - \frac{1-\mu}{8\pi\mu} B_3^2, \quad \sigma_{12}^0 = 0, \quad (2.1)$$

Подставляя (2.1) в (1.1), задачу магнитоупругих колебаний прямоугольной пластинки в поперечном магнитном поле приводим к решению уравнения

$$D\Delta^2 w + 2\rho h \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \frac{2zh^3}{3c^2} B_3^2 \frac{\partial \Delta w}{\partial t} - \frac{h(\mu-1)}{4\pi\mu} B_3^2 \Delta w \quad (2.2)$$

при обычных условиях для w на контуре пластинки.

Представляя решение рассматриваемой задачи в виде

$$\omega = \omega_0 e^{-t} \sin \lambda_m x_1 \sin \mu_n x_2, \quad \left(\lambda_m = \frac{m\pi}{a}, \quad \mu_n = \frac{n\pi}{b} \right)$$

удовлетворим известным условиям шарнирного опирания, а из уравнения (2.2) для определения частоты ω получим характеристическое уравнение

$$\Omega^2 + 2\sigma_0 B_0^2 \Omega + 1 - \mu_0 B_0^2 = 0, \quad (2.3)$$

Здесь приняты следующие безразмерные обозначения:

$$\Omega = \frac{\omega}{\Omega_0}, \quad \Omega_0^2 = \frac{D}{2\rho h} \left(\lambda_m^2 + \mu_n^2 \right)^2, \quad \sigma_0 = \frac{\sigma h}{2c^2} \sqrt{\frac{(1-\nu^2)E}{3\rho}} \quad (2.4)$$

$$B_0^2 = \frac{B_0^2}{E}, \quad \mu_0 = \frac{3(\mu-1)}{8\pi\mu} \frac{1-\nu^2}{h^2} \left(\lambda_m^2 + \mu_n^2 \right)^{-1},$$

где Ω_0 — собственная частота колебания пластинки в отсутствии магнитного поля, а параметры σ_0 , μ_0 и B_0 характеризуют соответственно проводимость, магнитную проницаемость материала пластинки и напряженность заданного магнитного поля.

Решая уравнение (2.3), для определения комплексной частоты колебания пластинки в зависимости от напряженности магнитного поля, получаем

$$\Omega = -\sigma_0 B_0^2 \pm \sqrt{\sigma_0^2 B_0^4 + \mu_0 B_0^2 - 1}. \quad (2.5)$$

Рассматривая (2.5) замечаем, что характер движения пластинки в магнитном поле существенно зависит от знака величины μ_0 .

Здесь возможны следующие случаи:

а) Если $\mu_0 < 0$ (этот случай, как видно из (2.4), соответствует диамагнитным материалам ($\mu < 1$)), то колебания пластинки затухают во времени. При этом, если

$$B_0^2 \leq \frac{-\mu_0 + \sqrt{\mu_0^2 + 4\sigma_0^2}}{2\sigma_0^2} = (B_0^2)_\text{пр}$$

то затухание возмущений имеет колебательный характер с коэффициентом затухания $\sigma_0 B_0^2$ и частотой

$$\text{Im } \Omega = (1 - \mu_0 B_0^2 + \sigma_0^2 B_0^4)^{1/2}. \quad (2.6)$$

В противном случае возмущения затухают без колебаний.

б) Если $\mu_0 > 0$ (случай парамагнитного материала ($\mu > 1$)), то начиная с определенного значения напряженности магнитного поля

$$B_0^2 = \mu_0^{-1} \quad (2.7)$$

один из корней (2.5) становится положительным, что означает неограниченное возрастание возмущений во времени.

Таким образом, наличие поперечного магнитного поля в случае диамагнитных материалов приводит к затуханию колебаний, а в случае парамагнитных материалов — к потере устойчивости пластинки. Для критического значения напряженности магнитного поля, согласно (2.4) и (2.7), имеем

$$B_{3*}^2 = \frac{8\pi\mu}{\mu-1} \frac{\rho \Omega_0^2}{\lambda_m^2 + \mu_n^2}. \quad (2.8)$$

Из (2.6) видно также, что с увеличением напряженности магнитного поля частота колебаний уменьшается и при $B_0 = (B_0)_{пр}$ становится равной нулю.

3. Рассмотрим задачу устойчивости сплошной круглой пластинки радиуса a , изготовленной из проводящего материала с преобладающим парамагнитным эффектом ($\mu > 1$). Будем пользоваться цилиндрической системой координат, основная плоскость которой совпадает со срединной плоскостью, а начало координат — с центром пластинки. Длину радиуса-вектора обозначим через r , полярный угол — через θ .

В рассматриваемом случае начальное невозмущенное состояние характеризуется усилиями

$$N_{rr}^0 = N_{\theta\theta}^0 = - \frac{h(1-\mu)}{4\pi\mu} B_{3*}^2, \quad N_{r\theta}^0 = 0. \quad (3.1)$$

Учитывая (3.1) и переходя к новой системе координат из (1.1) получим уравнение устойчивости пластинки. Произведя указанную замену переменных и учитывая, что все величины не зависят от времени t , дифференциальное уравнение задачи получим в виде

$$\Delta^2 w + a^2 \Delta w = 0, \quad (3.2)$$

где

$$\Delta = \frac{1}{r} \left[\frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} \right) \right], \quad a^2 = \frac{h(\mu-1)}{4\pi\mu} \frac{B_{3*}^2}{D}. \quad (3.3)$$

Решение уравнения (3.2) представим в виде (3)

$$w(r, \theta) = \omega(r) \cos n\theta, \quad (3.4)$$

где $n = 0, 1, 2, \dots$ — число волн срединной поверхности пластинки в окружном направлении.

Подставляя значение w из (3.4) в уравнение (3.2) получим следующее обыкновенное дифференциальное уравнение относительно неизвестной функции $\omega(r)$

$$\Delta_n^2 w + x^2 \Delta_n w = 0, \quad \Delta_n = \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} - \frac{n^2}{r^2}. \quad (3.5)$$

Общее решение уравнения (3.5) имеет вид

$$W(r) = c_1 I_n(ar) + c_2 Y_n(ar) + c_3 r^n + c_4 r^{-n}, \quad (3.6)$$

где I_n и Y_n — функции Бесселя действительного аргумента порядка n , c_i — постоянные интегрирования.

Ввиду того, что рассматриваемая пластинка сплошная (точка $r=0$ содержится в области интегрирования), в (3.6) следует принять $c_2 = c_4 = 0$. Остальные постоянные c_1 и c_3 должны быть определены из условий на контуре $r=a$.

Если пластинка жестко заделана по контуру, то удовлетворение граничных условий $W(a) = W'(a) = 0$ приводит к следующей системе алгебраических уравнений относительно c_1 и c_3

$$c_1 I_n(a^2) + c_3 a^n = 0, \quad (3.7)$$

$$c_1 \left[\frac{n}{a} I_n(a^2) - a I_{n+1}(a^2) \right] + c_3 n a^{n-1} = 0.$$

Приравняв нулю определитель системы (3.7) получаем

$$I_{n+1}(a^2) = 0. \quad (3.8)$$

Имея корни этого уравнения при различных $n=0, 1, 2, \dots$, определяем критические значения напряженности внешнего магнитного поля B_{z^*} . Для B_{z^*} , согласно (3.3), находим

$$B_{z^*}^2 = \frac{4\pi\mu}{h(\mu-1)} \frac{D}{a^2} z_n^2, \quad (3.9)$$

где z_n — корни уравнения $I_{n+1}(x) = 0$.

В частности наименьший корень этого уравнения при $n=0$ равен 3,83. В силу этого, из (3.9) для минимального критического значения напряженности магнитного поля в случае осесимметричной формы потери устойчивости получим формулу:

$$B_{z^*}^2 = \frac{58,72 \pi \mu}{h(\mu-1)} \frac{D}{a^2}. \quad (3.10)$$

Если же пластинка шарнирно закреплена по контуру, то аналогичным образом получим следующее характеристическое уравнение:

$$I_n(a^2) - \frac{1-\nu}{a^2} I_{n+1}(a^2) = 0. \quad (3.11)$$

Зная корни σ_0 уравнения (3.11), из (3.9) определяем критические значения напряженности магнитного поля.

Институт механики
Академии наук Армянской ССР

Գ. Ե. ԲԱԶԴԱՍԱՐՅԱՆ

Ընդլայնական մազնիսական դաշտում գտնվող հաղորդիչ սալի կայունության և տատանումների մասին

Բարակ մարմինների մազնիսաառաձգականության վարկածի հիման վրա դիտարկված է հաղորդիչ սալի տատանումների և կայունության խրնդիրներն ընդլայնական մազնիսական դաշտում:

Որոշվում են մազնիսական դաշտի լարվածության կրիտիկական արժեքը և սալի տատանման հաճախականությունները: Ուսումնասիրված է սալի նյութի էլեկտրահաղորդականության և տված մազնիսական դաշտի լարվածության ազդեցությունն առաձգական տատանումների հաճախականությունների և մարման զործակցի վրա:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

С. А. Амбарцумян, Г. Е. Багдасарян, М. В. Белубекян, К трехмерной задаче магнитоупругих колебаний пластинки, ПММ, т. 35, вып. 2 (1971).² С. А. Амбарцумян, Г. Е. Багдасарян, М. В. Белубекян, К магнитоупругости тонких оболочек и пластин, ПММ, т. 37, вып. 1 (1973).³ А. С. Вольмир, Устойчивость упругих систем, Физматгиз, М., 1963.

УДК 530.139

ФИЗИКА

Г. А. Варданян

Адиабатический инвариант системы при фазовом переходе

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Г. С. Саакяном 24/XI 1976)

Рассмотрим систему, которая описывается скалярным полем упорядочения $\eta(\vec{x}, t)$, в соответствии с теорией Ландау (1). В состоянии полного равновесия при заданном значении термодинамических параметров V и T вариационная производная свободной энергии F по параметру порядка равна нулю. Выше точки перехода $\tau_0 = 0$. При отклонении от этого равновесного значения возникает релаксационный процесс. Ниже точки перехода появляется новая ветвь колебаний. Частота этих колебаний, вообще говоря, может быть зависящей от малого параметра ϵ , характеризующей свойства системы или действие внешних полей. Однородное отклонение η в этом случае подчиняется закону*:

$$\frac{d^2\eta}{dt^2} + \omega^2(\epsilon, t)\eta = 0. \quad (1)$$

Можно ожидать, что величина λ мало меняется за время периода движения системы, что приводит к незамкнутости системы.

Поставленная в этой работе задача заключается в следующем: найти для описанной системы, в которой фактически энергия не сохраняется, полное изменение параметра порядка при $t \rightarrow \pm\infty$ и адиабатический инвариант системы (2):

$$I(\epsilon, t) = \frac{a\tau^2}{2\omega}, \quad (2)$$

где

$$a = \left. \frac{\partial A}{\partial T} \right|_{T=T_c}; \quad A = a(T - T_c).$$

* Если в системе существует трение, то уравнение (1) необходимо дополнить членом $-\gamma \dot{\eta}$.

а τ — решение уравнения (1). Полное изменение I будет

$$I(\lambda) = I(+\infty, \lambda) - I(-\infty, \lambda). \quad (3)$$

Пусть функция $\omega(t)$ имеет конечные пределы ω_{\pm} при $t \rightarrow \pm\infty$. Делая замену $it = \tau$ получаем из (1) следующее уравнение:

$$\lambda^2 \frac{d^2 \psi}{d\tau^2} + \omega^2(\tau) \psi = 0, \quad (4)$$

где $\psi(\tau) = \eta(t)$

Это уравнение можно интерпретировать как уравнение Шредингера для одномерной частицы (надбарьерное отражение).

Уравнение (4) имеет решение со следующими асимптотиками, (*) которые образуют фундаментальную систему:

$$\begin{aligned} \psi_1^{\pm} &= \omega_{\pm}^{-1/2} \exp(-i\lambda^{-1}\omega_{\pm}\tau); \\ \psi_2^{\pm} &= \omega_{\pm}^{-1/2} \exp(-i\lambda^{-1}\omega_{\pm}\tau); \\ \tau &\rightarrow \pm\infty. \end{aligned} \quad (5)$$

Следовательно общее решение ψ имеет вид:

$$\psi = a^+ \psi_1^+ + b^+ \psi_2^+ = a^- \psi_1^- + b^- \psi_2^-, \quad (6)$$

где a^{\pm} и b^{\pm} функции от λ .

Из уравнений (1) и (5) вытекает, что

$$\begin{aligned} \omega^2 \psi_i^{\pm} + \lambda^2 \left(\frac{d\psi_i^{\pm}}{d\tau} \right) &\approx 0, \quad (i = 1, 2) \\ \omega^2 \psi_1^+ \psi_2^+ + \lambda^2 \frac{d\psi_1^+}{d\tau} \frac{d\psi_2^+}{d\tau} &= 2\omega_+. \end{aligned} \quad (7)$$

Следовательно:

$$\begin{aligned} I(+\infty, \lambda) &= 2a^+ b^+, \\ I(-\infty, \lambda) &= 2a^- b^-. \end{aligned} \quad (8)$$

Подставляя в (3), получаем:

$$I(\lambda) = 2(a^+ b^+ - a^- b^-) \quad (9)$$

коэффициенты a^{\pm} и b^{\pm} связаны соотношениями (**)

$$a^+ = \alpha a^- + \beta b^-; \quad b^+ = \beta^* a^- + \alpha^* b^-; \quad |\alpha|^2 - |\beta|^2 = 1.$$

С точки зрения квантовой механики задача о вычислении асимптотики $I(\lambda)$ эквивалентна задаче о вычислении асимптотики коэффициента надбарьерного отражения.

Таким образом, полный параметр порядка является сохраняющейся величиной. В этом случае однородное изменение $\eta(x)$ во всем объеме будет сохраняться сколь угодно долго. Это приводит к гидродинамическому описанию медленных движений.

Отметим, что выше точки перехода η удовлетворяет уравнению

Ландау-Халатникова (4):

$$\frac{\partial \tau_i}{\partial t} = -\Gamma \frac{\partial F}{\partial \tau_i} \quad (10)$$

Учитывая выражение для свободной энергии

$$F = F_0 + \frac{A}{2} \tau_i^2 + \frac{B}{2} (\nabla_l \tau_i)^2;$$

в одномерном случае из (10) получим:

$$\frac{d^2 \tau_i}{dt^2} + \frac{\Gamma A}{B} \tau_i + \frac{1}{B} d\tau_i/dt = 0. \quad (11)$$

Обозначим $\omega_0^2 = \frac{\Gamma A}{B}$, и если $\frac{d\tau_i}{dt} \ll \frac{d^2 \tau_i}{dt^2}$, то имеем

$$\frac{d^2 \tau_i}{dt^2} + \omega_0^2 \tau_i = 0. \quad (12)$$

Адиабатичность процесса позволяет представить τ_{i0} через вариацию плотности:

$$\delta \tau_{i0} = \left(\frac{\partial \tau_{i0}}{\partial \rho} \right) \delta \rho,$$

где

$$\delta \tau_{i0} = \tau_{i0}(\rho, T) - \tau_{i0}(\rho_0, T_0) \quad (13)$$

$\tau_{i0}(\rho_0, T_0)$ — равновесное значение параметра порядка. Отметим, что релаксация параметра порядка τ_i происходит за конечное время τ (из (10) $\tau^{-1} = \Gamma \frac{\partial^2 F}{\partial \tau_i^2} \Big|_{\tau=\tau_0}$). Этим обусловлена диссипация низкочастот-

ных колебаний. Наиболее важным примером является поглощение звука. Общий подход к вопросу о поглощении звука за счет релаксации некоторого внутреннего параметра предложен М. А. Леонтовичем и Л. И. Мандельштамом (5).

Выясним теперь, какую роль играет пространственная дисперсия параметра порядка?

Ответ на этот вопрос дается системой следующих уравнений:

$$F = F_0 + \frac{A}{2} \tau_i^2 + \frac{B}{2} (\nabla_l \tau_i)^2 + h\tau_i$$

$$\frac{\partial \tau_i}{\partial t} = -\Gamma \frac{\partial F}{\partial \tau_i} \quad (14)$$

$$T \delta S + (\partial E / \partial \tau_i)_{S,V} \delta \tau_i = 0$$

$$\delta p = \left(\frac{\partial p}{\partial \rho} \right)_{S,\tau} \delta \rho + \left(\frac{\partial p}{\partial \tau_i} \right)_{S,\rho} \delta \tau_i.$$

Отсюда для квадрата комплексной амплитуды скорости звука имеем:

$$u^2 = u_0^2 + (u_\infty^2 - u_0^2) \frac{i\omega\tau}{1 + i\omega\tau}, \quad (15)$$

где

$$u_0^2 = \left(\frac{\partial p}{\partial \rho}\right)_{S, \eta} + \left(\frac{\partial p}{\partial \rho}\right)_{S, \rho} \left(\frac{\partial \tau_{10}}{\partial \rho}\right)_S; \quad u_\infty^2 = \left(\frac{\partial p}{\partial \rho}\right)_{S, \eta}.$$

Ереванский государственный университет

Գ. Ա. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

Աղիարատիկ ինվարիանտը ֆազային անցման ժամանակ

Երկրորդ կարգի ֆազային անցման ժամանակ ստացված է կարգավորված ծուխյան պարամետրի համար հավասարում, որի լուծումները (Շրեդինգերի հավասարման անալոգիայով) հնարավորություն են տալիս գտնելու դիտարկվող համակարգի աղիարատիկ ինվարիանտը:

Ստացված արդյունքները օգտագործվում են ուլտրասաղիոն երևույթների բննարկման ժամանակ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Статистическая физика, М., 1964. ² Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Механика, М., 1973. ³ Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Квантовая механика, М., 1972. ⁴ Л. Д. Ландау, И. М. Халатников, ДАН СССР, т. 96, 469 (1954). ⁵ М. А. Леонтович, Л. И. Мандельштам. ЖЭТФ, 7, 438, 1937.

УДК 539.1.074

ФИЗИКА

Академик АН Армянской ССР Э. Г. Мирзабекян, Ю. А. Абрамян,
З. Н. Адамян, В. М. Арутюнян, Р. Г. Симонян

Высококочувствительный инфракрасный радиометр

(Представлено 7/IV 1977)

Общие принципы радиометрии ⁽¹⁾ можно применить для измерения интенсивности ИК-излучения, если в качестве входного преобразователя применить соответствующий ИК-фотоприемник. Большие успехи в разработке высококочувствительных ИК-фотоприемников позволяют построение в принципе ИК-радиометров для измерений малых потоков лучистой энергии ⁽²⁻³⁾.

Среди полупроводниковых приемников излучения заметный интерес вызывают инжекционные S-фотоприемники, имеющие на прямой ветви вольтамперной характеристики (ВАХ) участок отрицательного дифференциального сопротивления (ОДС) S-типа ⁽⁴⁻⁶⁾.

В качестве материала для изготовления S-фотоприемников можно использовать различные полупроводники. Однако выбор кремния для этих целей целесообразен из-за возможности функционирования S-фотоприемников без охлаждения, отлично разработанной технологии работы с Si, его высоким усилением и чувствительностью к излучению ближнего ИК-диапазона. В этих диодах по сравнению с фоторезисторами из того же компенсированного полупроводника имеет место сильное внутреннее усиление (с величинами коэффициента усиления в несколько порядков) ^(4,6,7).

В данной работе помимо схемного совершенствования радиометра по сравнению с ⁽²⁾ в качестве ИК-приемника использованы разработанные в ИРФЭ АН Арм. ССР высококочувствительные длинные S-диоды из Si, компенсированного цинком ⁽⁵⁻⁷⁾.

В качестве исходного материала использовали Si марки БКЭФ с удельным сопротивлением 4 ом. см. Диффузию Zn в Si проводили в кварцевых ампулах, в которых обеспечивали вакуум менее 10^{-4} мм рт. ст. Навеску цинка в ампуле выбирали в таком количестве, чтобы при температуре диффузии ($+940^{\circ} \div 950^{\circ}\text{C}$) давление паров находилось в пределах 1,5—2 атмосфер. Время диффузии—4 ÷ 5 часов, скорость охлаждения после диффузионного отжига—порядка $300 \frac{\text{град.}}{\text{мин}}$

Методом снятия слоев и измерения удельного сопротивления компенсированного кремния установлено, что концентрационный профиль цинка не описывается, как обычно, erfc -функцией, а состоит из двух участков. Первый, приповерхностный участок характеризуется резким падением концентрации цинка с расстоянием, второй — почти равномерным распределением Zn в Si. Такое распределение Zn существенно изменяет важнейшие характеристики S-фотоприемников (⁷). p⁺- и n⁺-слои создавали сплавлением Al и Au+0,1%, соответственно.

На статической ВАХ после области закона Ома наблюдались зависимости $j \sim v^2$, участок сублинейной зависимости тока j от напряжения V , переходящий вновь в зависимость $j \sim v^2$, участки ОДС S-типа и резкого возрастания тока (вертикаль). Наибольшая фоточувствительность наблюдалась на участке сублинейности. При больших потоках лучистой энергии участок ОДС исчезал. Интегральная чувствительность изготовленных S-фотоприемников из Si<Zn>превышала 10^3 А/Вт, площадь рабочей светочувствительной поверхности была порядка $2 \cdot 10^{-2}$ см². Максимуму спектральной чувствительности соответствовала длина волны 0,98 мкм.

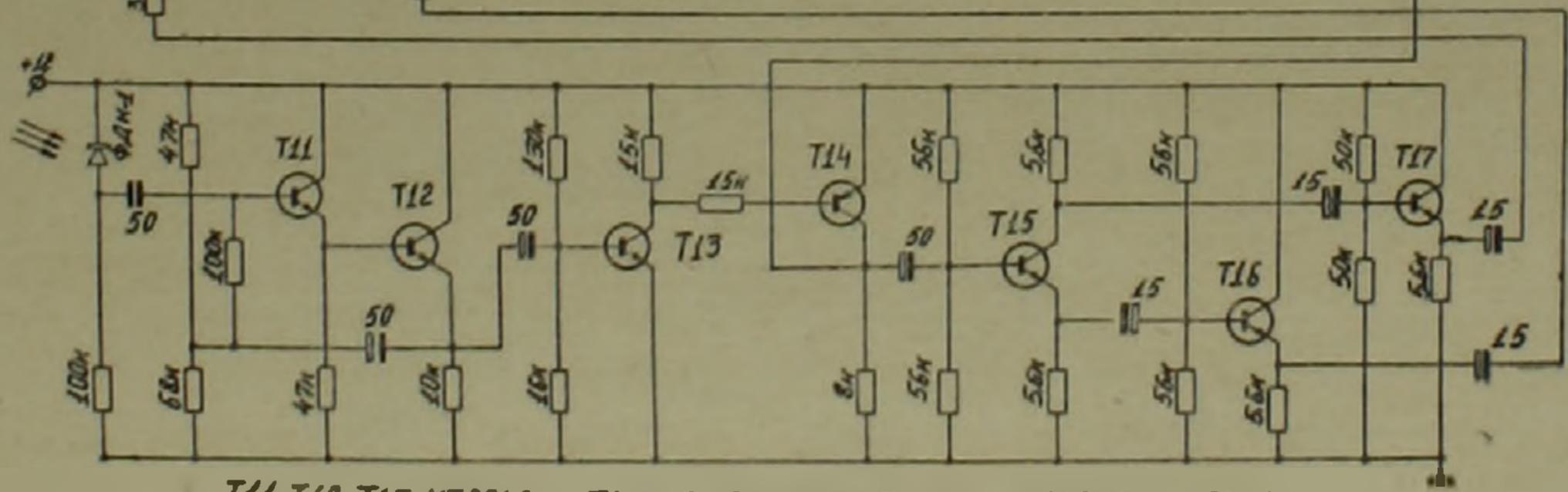
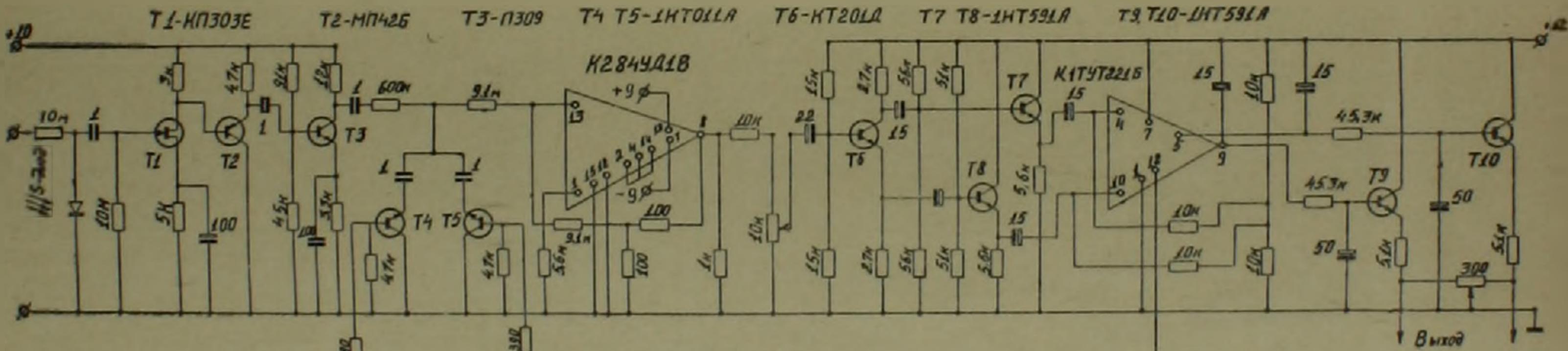
На участке ВАХ до срыва, начиная с $V \geq 0,5V_{cp}$, наблюдались релаксационные или синусоидальные колебания большой амплитуды, что исключает использование при этих напряжениях S-диодов в радиометре.

Измерения спектральной плотности шумов тока S_I и квадрата фотоотклика i^2 проводили при малых напряжениях при освещении монохроматическим светом с $\lambda = 1$ мкм и с помощью светодиода в частотном диапазоне 20 Гц—20 кГц. В большей части частотного диапазона формы зависимостей S_I и i^2 близки друг к другу, причем низкочастотные «плато» и последующий спад с частотой по закону, близкому к f^{-2} , указывают на генерационно-рекомбинационную природу наблюдаемых флуктуаций. Характерными для исследуемых приборов являются аномальные зависимости S_I и i^2 от тока смещения и освещения.

Исследования импульсных характеристик в темноте и при освещении показали, что основным временем, определяющим быстродействие S-фотоприемников, является время восстановления $\tau \approx 5$ мс.

На основании анализа полученных результатов, была подобрана частота модуляции радиометра $f = 25$ Гц, позволившая реализовать приведенные ниже малые пороговые мощности и большие величины обнаружительной способности.

Модуляция ИК-излучения осуществляется с помощью вращающегося диска с отверстиями, установленного на оси синхронного двигателя СД-54. Диск одновременно прерывает поток излучения светодиода АЛ-107А на фотодиод ФДК-1. Указанная оптронная пара служит для формирования опорного сигнала с частотой и длительностью основного сигнала от источника ИК-излучения. Синхронный двигатель с зачерненным диском, оптронная пара, оптическая система для ввода ИК излу-



T11, T12, T13-КТ201Д T14-МП11Б T15-КТ201Д T16, T17-1НТ591А

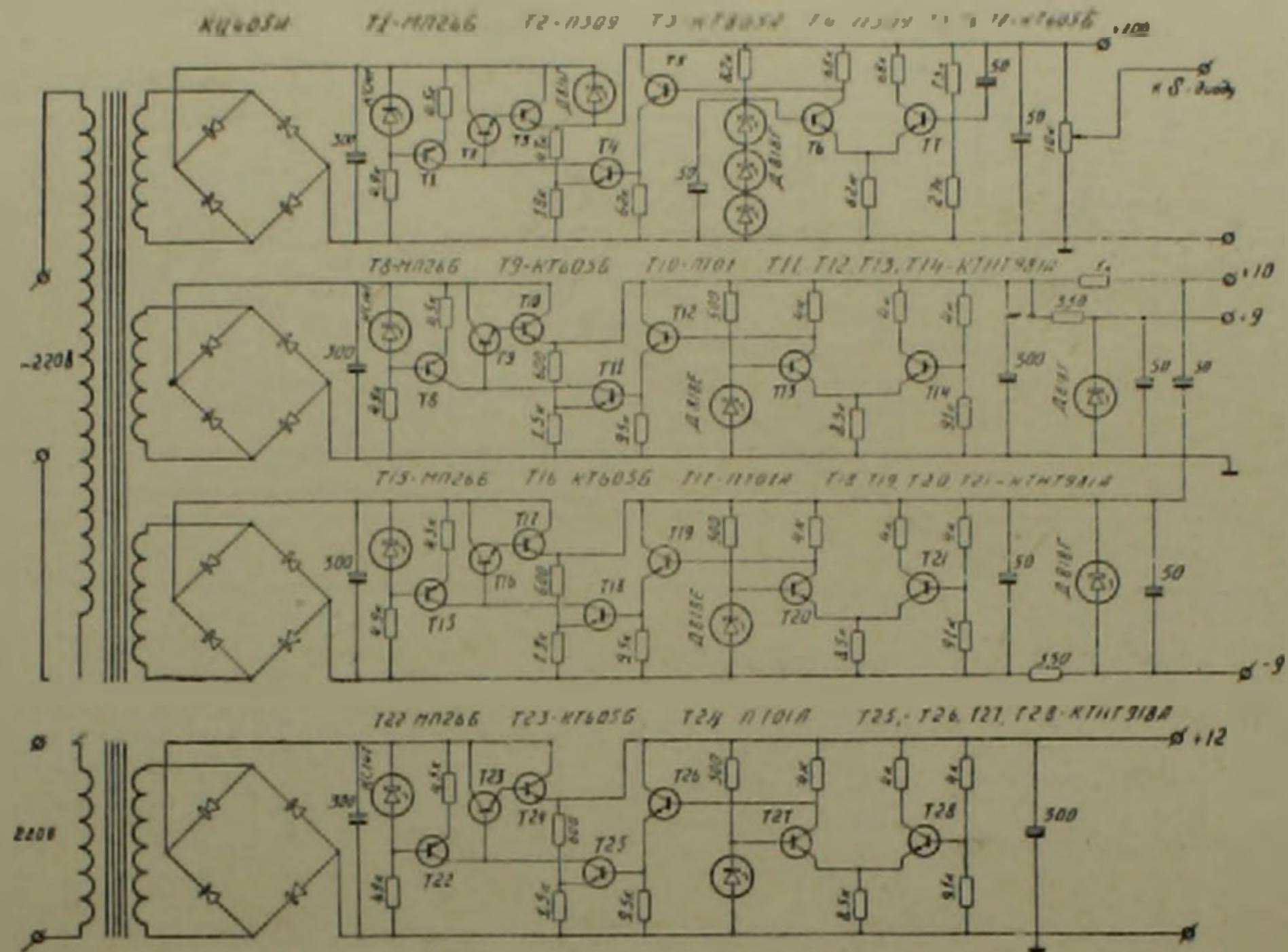


Рис. 2

чения и S-диод устанавливаются в едином корпусе—модуляторе. Система для ввода ИК-излучения и S-диод в модуляторе крепятся соосно друг против друга. Также расположена и оптронная пара опорной системы, но на диаметрально противоположной стороне диска.

Принципиальная схема радиометра показана на рис. 1.

Модулированное с частотой 25 Гц ИК-излучение падает на поверхность S-диода, преобразуется в электрический сигнал и поступает на вход предусилителя на транзисторе Т1-КП303Е. Приведенные к входу шумы предусилителя составляют 15—17 мкВ, что на порядок меньше шумов S-диода. После согласующего эмиттерного повторителя на транзисторе Т2 и усиления последующим каскадом (Т3) сигнал поступает на вход синхронного интегратора (Т4, Т5—КТ011А). Транзисторы Т4 и Т5 коммутируются меандром опорного канала. Меандр получен усилением и формированием напряжения от фотодиода ФДК-1 с помощью транзисторов Т11-Т17. Синхронный интегратор выполняет роль гребенчатого фильтра, частота настройки которого определяется частотой опорного сигнала и устраняет перегрузку шумами последующих каскадов. Полоса пропускания такого фильтра определяется постоянной времени интегрирующих цепочек (⁸).

После фильтрации, дальнейшего усиления микросхемой К284УД1 сигнал через делитель, фазоинвертирующий каскад (Т6), эмиттерные повторители (Т7, Т8) поступает на вход фазового детектора (КИУТ221Б). Запуск последнего производится подачей на него опорного напряжения с коллектора транзистора Т14. С выхода фазового детектора сигнал через интегрирующие цепочки и дифференциальные эмиттерные повторители (Т9, Т10) поступает на выход для записи.

Питание каскадов радиометра осуществляли посредством высокостабилизированных блоков с выходными напряжениями 100В, 12В, 10В, ±9В (рис. 2). Полную развязку сигнального и опорного каналов осуществляли двумя сетевыми трансформаторами.

Получены следующие результаты записи—эквивалентная мощность шума $5,4 \cdot 10^{-13} \text{ Вт}$ при постоянной времени радиометра 5с, пороговая чувствительность— $1,2 \cdot 10^{-12} \text{ Вт} \cdot \text{Гц}^{-1/2}$.

В заключение отметим, что изучение флуктуационных явлений в S-диодах с инжектированной в компенсированные полупроводники электронно-дырочной плазмой, выявление природы шума и путей его подавления при сохранении большого внутреннего усиления в диодах позволит реализовать при оптимальной модуляции и температуре диодов еще более высокочувствительные и малогабаритные ИК-радиометры.

Институт радиофизики и электроники
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Է. Հ. ՄԻՐԶԱԲԵԿՅԱՆ, ՑՈՒ. Ա. ԱՐՐԻԶԱՄՅԱՆ,
Ջ. Ն. ԱԿՈՄՅԱՆ, Վ. Մ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Ռ. Հ. ՍԻՄՈՆՅԱՆ

Ռաբձր զգայունության ինֆրակարմիր ուղիղափ

Պատրաստված է ուղիղափ 0,89—1,2 միկրոն ալիքային տիրույթում գտնվող ինֆրակարմիր ճառագայթների հայտնարերման և հղորուձյան շափման համար: Որպես մուտքային ֆոտոդզույուն ընդունիչ օյտադործվում է գինկով կոմպենսացված սիլիցիումից պատրաստված S-դիող: Բերված է ուղիղափի յրիվ սկզբունքային սխեման և տրված է կոնստրուկցիայի նկարագրուձյունը:

Կատարված շափումները ցույց տվեցին, որ շատեցված դիողի օգտագործման դեպքում ուղիղափի շեմային զգայունուձյունը կազմում է $1,2 \cdot 10^{-12}$ վատ/հերց¹:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Д. Д. Краус, Радиоастрономия, Изд. Сов. радио, М., 1973. ² В. В. Козелкин, И. Ф. Усольцев, Основы инфракрасной техники, Изд. Машиностроение, М., 1974. ³ Э. Г. Мирзабекян, Р. Г. Симонян, Ю. А. Абрамян, ПТЭ, № 5, 1976. ⁴ И. М. Вихулин, В. И. Стафеев, Полупроводниковые датчики, Изд. Сов. радио, М., 1975. ⁵ Г. М. Авакьянц и др., ДАН Арм. ССР, т. 57, № 3, (1973); Микроэлектроника, т. 4, № 1, 1974. ⁶ Z. N. Adamyan, V. M. Nazutunyan, Electron Technology, 8 № 3/4, 45 (1975). ⁷ В. М. Арутюнян, Ф. В. Гаспарян, Известия АН Арм. ССР, Физика, т. 12, № 6 (1976). ⁸ А. В. Ипатов, А. Б. Берлин, Известия ВУЗов СССР, Радиофизика, т. 16, № 5 1973.

УДК 577.17

БИОХИМИЯ

С. П. Манджикян, А. С. Киракосова,
член корреспондент АН Армянской ССР А. А. Галоян

Влияние нейрогормона «С» и соматостатина на калликреин-кининовую систему плазмы крови крыс

(Представлено 11/IV 1977)

Кининовой системе приписывается определенная роль при ряде патологических и физиологических процессов. Несмотря на ряд работ в этом направлении взаимодействие кининовой системы с активными факторами гипоталамуса почти не изучалось.

В предыдущих наших исследованиях было изучено влияние нейрогормона «С», выделенного из гипоталамуса крупного рогатого скота⁽¹⁾, на некоторые компоненты калликреин-кининовой системы крови крыс⁽²⁾. Вместе с тем было показано характерное изменение в активности ферментов кининовой системы под влиянием другого фактора гипоталамуса—соматостатина⁽³⁾.

В настоящей работе изучалось влияние соматостатина и нейрогормона «С» на кининовую систему крови крыс *in vitro*, а также при сочетании обоих факторов *in vivo* и *in vitro*.

Опыты проводили на белых крысах весом 100—120 г. Соматостатин (1 мкг) в комбинации с нейрогормоном «С» (400 миллиединиц) вводили внутривенно под легким наркозом (эфирным). (За единицу активности нейрогормона «С» принимали активность препарата, ингибирующего 1 миллиединицу фосфодиэстеразы гомогената мозга крыс в минуту). Кровь брали у крыс при декапитации через 30 мин после введения указанных веществ.

В опытах *in vitro* соматостатин вносили в пробы в момент инкубации в дозе 0,4 мкг, нейрогормон «С» в дозе 100 миллиединиц и при тех же дозах при их сочетании.

Компоненты кининовой системы: спонтанную эстеразную активность, прекалликреин и ингибитор калликреина определяли по методу Колмана и др.⁽⁴⁾, подробно приведенному нами в предыдущих работах^(2,3). Данные выражали в следующих величинах: спонтанная эстеразная активность и прекалликреин числом микромолей субстрата-N-бензил-L-аргинин-этилового эфира (БАЭЭ), гидролизованного 1 мл

плазмы за 1 час. Активность ингибитора выражали в условных единицах, принимая за 1 условную единицу величину, которая на 10-ой минуте вызывает 50% торможения максимальной активности калликрена на 1-ой минуте.

В табл. 1 приведены данные по действию соматостатина и нейrogормона «С» на кининовую систему крови крыс в опытах *in vitro*.

Под действием соматостатина спонтанная эстеразная активность повышалась от $26,9 \pm 3,25$ мкмоля гидролизованного субстрата БАЭЭ до $50,78 \pm 7,37$ мкмоля. Одновременно повышался уровень прекалликреина от $86,03 \pm 5,6$ мкмолей до $136,64 \pm 15,24$ мкмоля. Ингибитор калликрена достоверно не изменялся.

При действии нейrogормона «С» заметно изменялся прекалликреин до $154,1 \pm 8,5$ мкмоля. Остальные показатели оставались на прежнем уровне.

Таблица 1

Влияние соматостатина и нейrogормона «С» на кининовую систему крови крыс *in vitro*

Определяемый компонент	Контроль	Соматостатин	Нейrogормон «С»
СА	$26,9 \pm 3,25$ (18)	$50,78 \pm 7,37$ (7) $P < 0,02$	$26,87 \pm 2,65$ (6)
ПКК	$86,03 \pm 5,6$ (18)	$136,64 \pm 15,24$ (7) $P < 0,01$	$154,1 \pm 8,5$ (6) $P < 0,002$
ИК	$0,9 \pm 0,86$ (18)	$1,2 \pm 0,057$ (7) $P < 0,5$	$1,4 \pm 0,07$ (6) $P < 0,1$

Обозначения: СА—спонтанная эстеразная активность (в мкмолях БАЭЭ в мл плазмы за 1 час); ПКК—прекалликреин (в мкмолях БАЭЭ в мл плазмы за 1 час); ИК—ингибитор калликрена (в условных единицах). В скобках указано число опытов.

Таблица 2

Влияние сочетания соматостатина и нейrogормона «С» на кининовую систему крови крыс *in vivo* и *in vitro*

Определяемый компонент	Контроль	Через 30 мин. после введения соматостатина + «С»	«С» + соматостатин <i>in vitro</i>
СА	$26,9 \pm 3,25$ (18)	$38,25 \pm 5,8$ (9) $P < 0,1$	$58,94 \pm 7,9$ (8) $P < 0,02$
ПКК	$86,03 \pm 5,6$ (18)	$115,57 \pm 13,55$ (9) $P < 0,05$	$112,9 \pm 10,8$ (8) $P < 0,01$
ИК	$0,9 \pm 0,86$ (18)	$0,94 \pm 0,082$ (9) $P < 0,5$	$1,01 \pm 0,093$ (8)

Обозначения те же, что и на таблице 1.

В предыдущих работах было изучено влияние вышеуказанных веществ на активность калликреин-кининовой системы крыс при внутривенном их введении (2). Результаты этих исследований показали, что под действием соматостатина *in vivo* происходит также значительное активирование калликреин-кининовой системы, хотя с повышением спонтанной эстеразной активности величина прекалликреина в плазме уменьшалась. Поскольку при этом снижалась и активность ингибитора, и происходило уменьшение прекалликреина за счет ускорения превращения последнего в калликреин.

Нейрогормон «С» в опытах *in vivo* (2) приводил к снижению только спонтанной эстеразной активности. Тот факт, что не отмечалось прямой корреляции в эффектах соматостатина и нейрогормона «С» в опытах *in vivo* и *in vitro*, можно объяснить тем обстоятельством, что по-видимому, они действуют не прямо на кининовую систему крови крыс, как в опытах *in vitro*, а происходит какая-то каскадная реакция, пускающая в ход какие-то другие системы (возможно систему свертывания крови фибринолиза, тесно связанные с кининовой системой), которые и вызывают изменения в компонентах калликреин-кининовой системы.

В следующей серии опытов изучали влияния соматостатина и нейрогормона «С» на кининовую систему крыс в опытах *in vivo* и *in vitro*. Если соматостатин, введенный отдельно крысам, повышал, а нейрогормон «С» — понижал спонтанную эстеразную активность, то их сочетанное действие, по-видимому, как бы нивелировало друг друга, оставляя эту величину на том же уровне (табл. 2); в контроле — $26,9 \pm 3,25$, через 30 минут после введения — $38,25 \pm 5,8$ мкмоль. Что касается прекалликреина, то соматостатин, введенный отдельно, понижал, а нейрогормон «С» — не изменял его количество, при их же совместном введении происходило, наоборот, достоверное повышение от $86,03 \pm 5,6$ мкмоль в контроле до $115,57 \pm 13,55$ мкмоль после введения. Вероятно, в этом случае имеет место какой-то другой сложный механизм воздействия на проферментную систему, исключающий простое суммирование эффектов.

В опытах *in vitro* при их сравнении с опытами *in vivo* при совместном введении препаратов отмечалась четкая корреляция во всех результатах определения (табл. 2). Спонтанная эстеразная активность повышалась от $26,9 \pm 3,25$ мкмоль до $58,94 \pm 7,9$ мкмоль, прекалликреин — от $86,03 \pm 5,6$ до $112,9 \pm 10,8$ мкмоль. Это свидетельствует об изменении.

Таким образом, на уровень ферментов кининовой системы нейрогормон «С» и соматостатин оказывают как антагонистическое влияние (на примере спонтанной эстеразной активности) так и действие, включающее, по-видимому, другой путь регуляции. Можно полагать, что основные звенья регуляции кининовой системы под влиянием нейрогормонов — разные.

Նեյրոհորմոն «С»-ի և սոմատոստատինի ազդեցությունը առևետների
արյան պլազմայի կալիկրեին-կինինային սիստեմի վրա

Ուսումնասիրվել է նեյրոհորմոն «С»-ի և սոմատոստատինի ազդեցու-
թյունը առևետների արյան պլազմայի կալիկրեին-կինինային սիստեմի վրա
in vivo և in vitro պայմաններում:

Նեյրոհորմոն «С»-ի in vitro ազդեցության դեպքում նկատվում է միայն
կալիկրեինի քանակության փոփոխություն:

Սոմատոստատինի in vitro ազդեցության դեպքում սպոնտան էստերա-
զային ակտիվությունը քարծրանում է, միաժամանակ քարծրանում է նաև
պրեկալիկրեինի քանակությունը, իսկ կալիկրեինի արգելակիչի քանակը չի
փոխվում:

Նեյրոհորմոն «С»-ի և սոմատոստատինի միաժամանակյա ներերակային
ներարկման ժամանակ հավանաբար շեղոբացնում են մեկը մյուսի ազդեցու-
թյունը. թողնելով սպոնտան էստերազային ակտիվությունը միևնույն մա-
կարդակի վրա, իսկ նրանց in vitro ազդեցության դեպքում քարծրանում է
սպոնտան էստերազային ակտիվությունը և պրեկալիկրեինը: Պետք է
ենթադրել, որ վերը նշված նեյրոհորմոնների ազդեցությունը կինինային սիս-
տեմի վրա տարբեր է:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ А. А. Галоян, Вопросы биохимии мозга. Изд. АН Арм. ССР, 107, 1973.
² А. С. Киракосова, С. П. Манджикян, А. А. Галоян. ДАН Арм. ССР т. LIX, 56, 291
(1974). ³ А. А. Галоян, А. С. Киракосова, С. П. Манджикян, ДАН Арм. ССР, т. LX,
№ 3 (1975). ⁴ R. N. Colman, J. N. Mason, S. Sharry, Ann. Intern. Med., 71, 763
(1969).

УДК 577.17

БИОХИМИЯ

А. С. Киракосова, Г. А. Сарибекян, Т. Х. Марукян
 член-корреспондент АН Армянской ССР А. А. Галоян

О 3',5'-цАМФ-зависимой протеинкиназе мозга быка и факторе,
 ингибирующем ее активность

(Представлено 13/V 1977)

Садерленд и соавторы установили, что циклический нуклеотид— 3',5'-АМФ играет важную роль в осуществлении эффекта гормонов и медиаторов у организмов, стоящих на самых различных ступенях развития (1-4). Действие циклического 3',5'-АМФ (цАМФ) в различных тканях осуществляется с участием цАМФ-зависимой протеинкиназы (5-7). цАМФ, связываясь с регуляторной субъединицей протеинкиназы, ведет к диссоциации фермента, вызывая высвобождение каталитической субъединицы, проявления ее активности и тем самым увеличения уровня фосфорилирования (8).

Протеинкиназа, которая катализирует фосфорилирование гистона, протамина, казеина в присутствии низких концентраций цАМФ, была найдена и изучена в скелетных мышцах (9), печени (10), мозге (11), и ряде других тканей млекопитающих, а также бактерий (7) и беспозвоночных (12,13).

Нами было показано, что нейрогормон «С» повышает уровень цАМФ, ингибируя фосфодиэстеразу (14). Для дальнейшего изучения механизма действия кардиотропных нейрогормонов на активность цАМФ-зависимой протеинкиназы необходимо было получить цАМФ-зависимую протеинкиназу и выяснить ее свойства.

цАМФ-зависимая протеинкиназа была получена нами из мозга быка по методу Грингарда и соавторов (14, 15).

Свежие мозги быка были получены с бойни и заморожены. Замороженную ткань разрезали на мелкие кусочки и гомогенизировали в измельчителе тканей РТ-1 в течение 3-х минут с тремя объемами холодного нейтрального ЭДТА, 4mM. Все использованные буферы содержали 2-хmM ЭДТА. Гомогенат центрифугировали в течение 20 минут при 27000 g на VAC 601. Преципитат удаляли, а супернатант доводили до pH 4,8 1M уксусной кислотой по каплям. Образованный осадок через 10 минут удаляли центрифугированием при 27000 g в те-

чение 30 минут. рН полученного супернатанта доводили до 6,5 с помощью 1М К-фосфатного буфера, рН 7,2. К этому раствору добавляли кристаллический сульфат аммония из расчета 32,5 г на 100 мл раствора и перемешивали в течение 30 минут. Центрифугировали 20 минут при 27000 g. Полученный осадок собирали и растворяли в небольшом объеме 5мМ К-фосфатного буфера, рН 7,0. Полученный раствор диализовали в течение 12 часов против 20 объемов того же буфера. Диализат центрифугировали при 27000 g в течение 30 минут, осадок выбрасывали, а супернатант (энзимный раствор) использовали для дальнейшей очистки на ДЕАЕ-целлюлозе.

Супернатант наносили на колонку (1,5×20 см) с ДЕАЕ-целлюлозой ДЕ-32, которая специальной обработкой была превращена нами в ДЕ-52. Этот ионообменник уравнивали 5мМ К-фосфатным буфером, рН 7,0. После нанесения энзимного раствора колонку промывали двумя объемами 0,1 М К-фосфатного буфера, рН 7,0.

Адсорбированный на целлюлозе энзим элюировали с колонки 0,3 М К-фосфатным буфером, рН 7,0. Активные фракции собирали по 3—4 мл.

Оптическую плотность полученных фракций измеряли на СФ-4А при 280 нм. Количество белка определяли по методу Лоури (16), используя бычий сывороточный альбумин в качестве стандарта. В собранных фракциях определяли активность цАМФ-зависимой протеникиназы (6,15). Инкубационная смесь в общем объеме 0,2 мл содержала следующие компоненты в мкмольях: Трис-НСl буфер (рН 7,4)—10, хлористый магний—2, дитиотриэтол—0,2, теофиллин—0,4, этилен гликол *bis* (β-аминоэтилэфир) - N, N' —тетрауксусной кислоты—0,06, цАМФ—0,5, 200 мкг гистона тимуса теленка, соответствующее количество энзима и 5 мкмольей [γ-³²P]-АТФ (от 1 до 5×10⁵ имп/мин). Смесь инкубировали на водяной бане при 30°C в течение 5 минут. Реакцию останавливали добавлением 2 мл 5%-ной трихлоруксусной кислоты (ТХУ), содержащей 0,25% натрий вольфрамат и 0,05N. H₂SO₄. Далее добавляли 0,2 мл 0,63% бычьего сывороточного альбумина в качестве носителя протейна. Оставляли при 0°C на 5 минут. Смесь центрифугировали, супернатант удаляли. Осадок растворяли в 0,1 мл 1N. NaOH и добавляли 2 мл 5%-ной ТХУ. Белок осаждали снова из раствора, подкисляя его 0,1 мл 1,2N. H₂SO₄, центрифугировали, и супернатант удаляли. Растворение белка и осаждение повторяли еще раз. Белок окончательно растворяли в 0,1 мл 1N. NaOH. Радиоактивность подсчитывали в жидкостном сцинтилляционном счетчике марки Intertechinc.

За единицу энзимной активности принимали такое количество энзима, которое переносит 1 пикомоль P³² от [γ-P³²]. АТФ на получаемый протейн за 5 минут при 30°C в стандартной испытуемой системе.

Ранее нами проводилось определение протеникиназной активности не с помощью трихлоруксусного осаждения, а путем адсорбции фосфорилированного гистона на бумаге Ватман 3ММ. Однако мы обнаружили неспецифическое связывание фосфорилированного гистона с этой

бумагой. В литературе также имеется указание на подобный факт (17). Исходя из вышесказанного, дальнейшие эксперименты мы приводили с помощью ТХУ-осаждения.

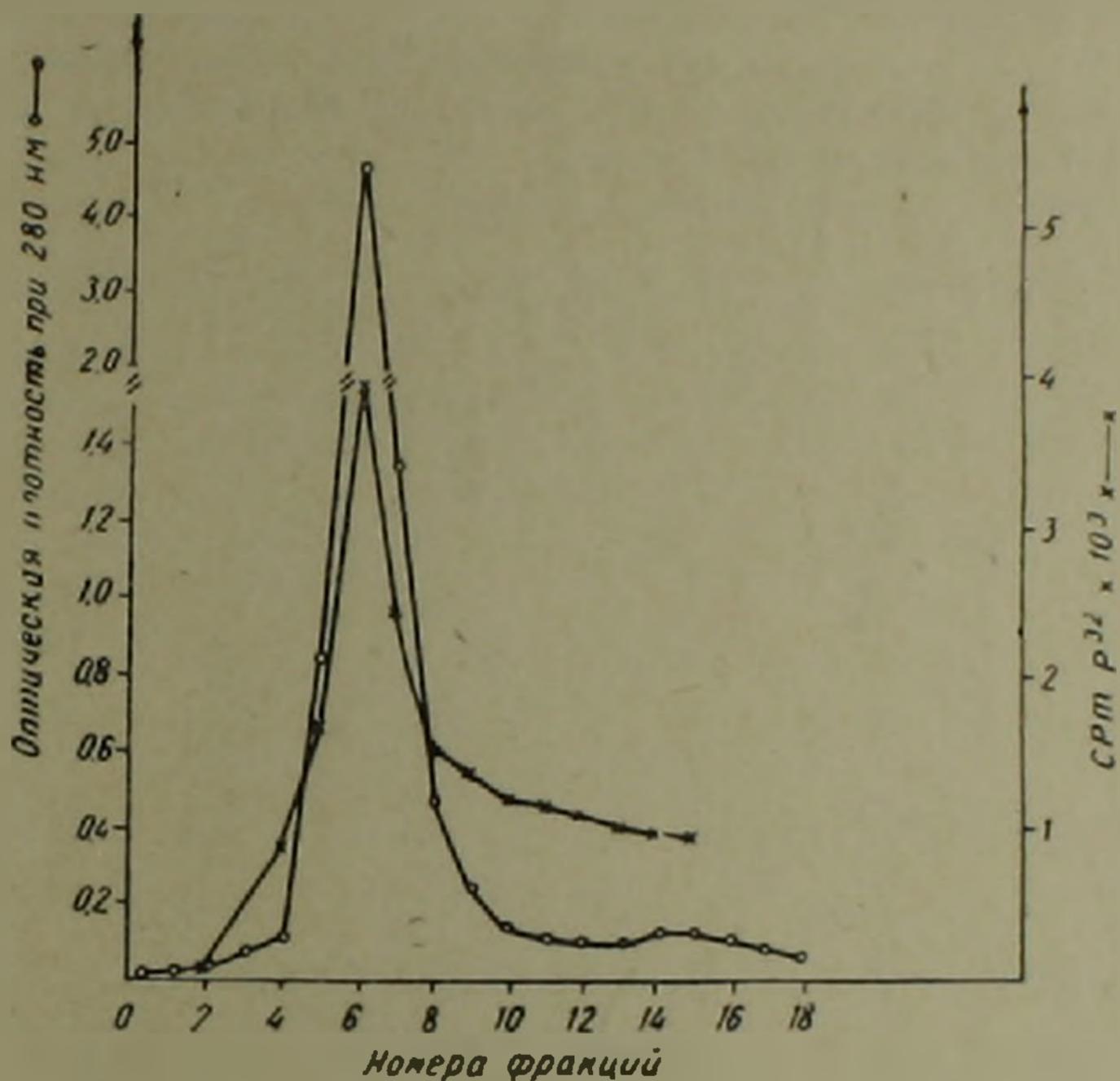


Рис. 1. Элюционный профиль активности цАМФ-зависимой протеникиназы мозга быка после ДЕАЕ-целлюлозной хроматографии

Элюционный профиль активности цАМФ-зависимой протеникиназы мозга быка после ДЕ-52 ионообменной хроматографии показан на рис. 1. Все неадсорбированные белки вымывали с колонки 0,1М К-фосфатным буфером рН 7,0. Как видно из рис. 1, фермент был элюирован в протениновом пике при использовании 0,3М К-фосфатного буфера, рН 7,0.

В другом случае нами проводилась ступенчатая элюция фракций ферментного раствора с колонки при следующих концентрациях К-фосфатного буфера: 5мМ, 50мМ, 300мМ с целью возможного выделения из одной ткани одновременно двух протеникиназ — цАМФ- и цГМФ-зависимых соответственно.

Из кривой на рис. 2, видно, что максимум ферментной активности цАМФ-зависимой протеникиназы обнаруживается в пике, элюированном 300мМ фосфатным буфером, в остальных фракциях не обнаруживается сколько-нибудь заметной активности данного фермента.

При испытании всех собранных фракций на энзимную активность, чувствительную к цГМФ, оказалось, что цГМФ-зависимая протеинкиназа обнаруживается в пике, элюированном 50мМ фосфатным буфером. Кроме того, цАМФ-зависимая протеинкиназа обладает одновременно цГМФ-зависимой протеинкиназной активностью, но в более слабой степени, в то время как, цГМФ-зависимая протеинкиназа обладает также цАМФ-зависимой протеинкиназной активностью, но также в меньшей степени (рис. 2).

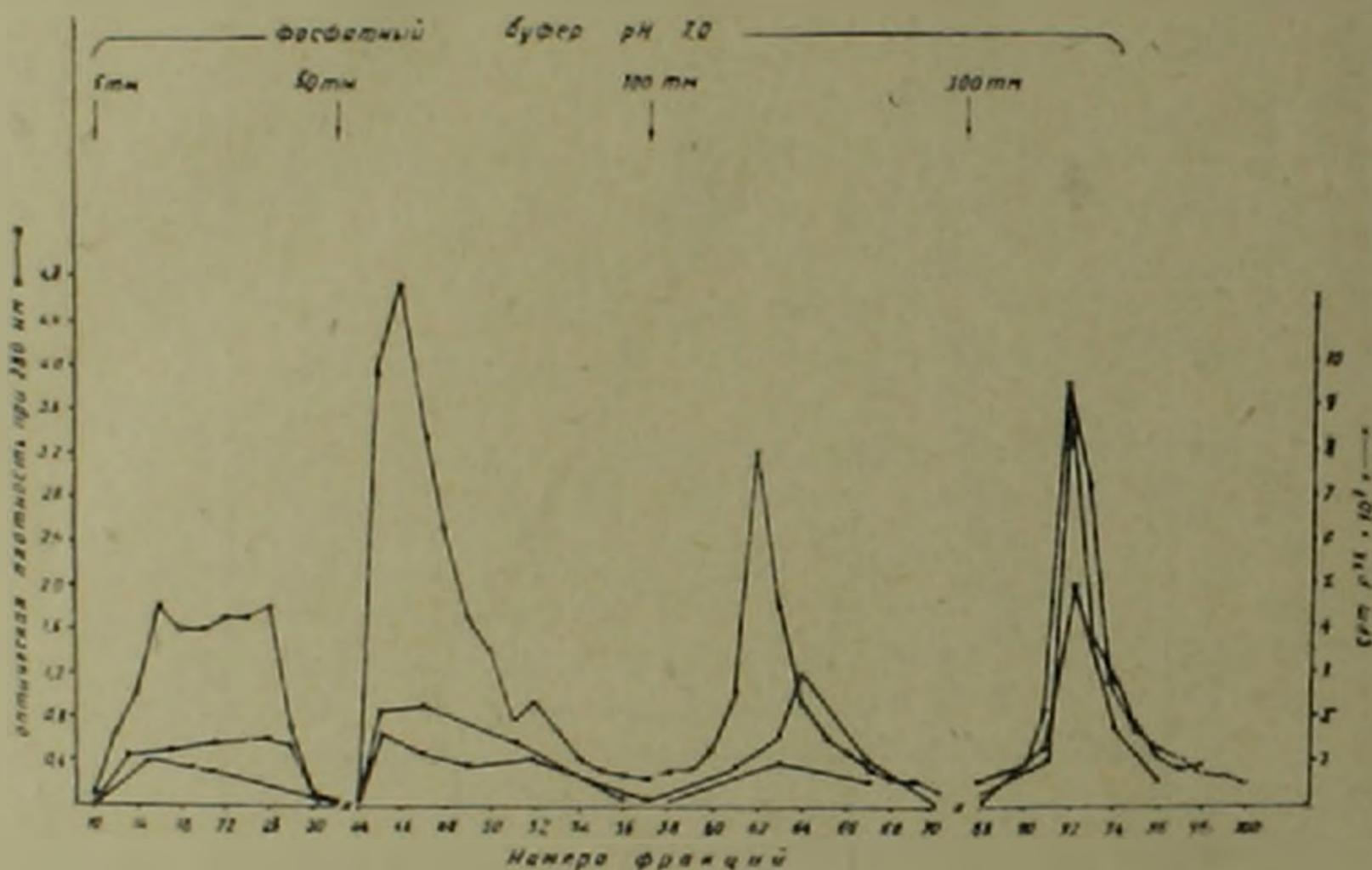


Рис. 2. Элюционный профиль активности цАМФ- и цГМФ-зависимых протеинкиназ мозга быка после ДЕАЕ-целлюлозной хроматографии ступенчатым градиентом. Оптическая плотность (o—o—o), протеинкиназная активность в присутствии цАМФ (x—x—x), цГМФ (o—o—o)

В литературе в последнее время указывается на наличие в мозжечке одновременно двух протеинкиназ: цАМФ- и цГМФ-зависимых (¹⁸); приводятся также данные о выделении обеих протеинкиназ из хвостовых мышц омара (¹⁹). цГМФ-зависимая протеинкиназа была выделена с пика, элюированного 5мМ фосфатным буфером, а цАМФ-зависимая протеинкиназа была обнаружена в пике, элюированном 50мМ фосфатным буфером. В пиках, элюированных 100, 200 и 300мМ фосфатным буфером, не было найдено какой-либо протеинкиназной активности. Возможно, такое различие в молярностях для элюции протеинкиназ между нашими и литературными данными можно объяснить тем, что метод указан для выделения протеинкиназ из хвостовых мышц омара, а мы выделяли их из мозга быка.

Однако в других сообщениях те же авторы применяли этот же

метод для выделения только цАМФ-зависимой протеникиназы из мозга и обнаружили ее при элюции 300mM фосфатным буфером (3,12,13).

По литературным данным, результаты, полученные в опытах с частично очищенным энзимом из мозга, а именно до степени очистки на ДЕАЕ-целлюлозной колонке, как в нашем случае, хорошо согласуются с результатами, полученными ранее с более высокоочищенным ферментом из мозга быка (6,15). Исходя из этого мы использовали в наших опытах частично очищенный энзим—после обработки ее на ДЕАЕ целлюлозе.

Эффект концентрации субстрата на активность фермента изображен на рис. 3. Концентрация гистона, при которой наблюдается скорость реакции равная половине максимальной, была около 85 мкг. В качестве субстратов фосфорилирования использовали гистон тимуса теленка, гистон F₁, богатый лизином и протамин. Все эти субстраты могли служить акцепторами фосфата в цАМФ-зависимых протеникиназных реакциях.

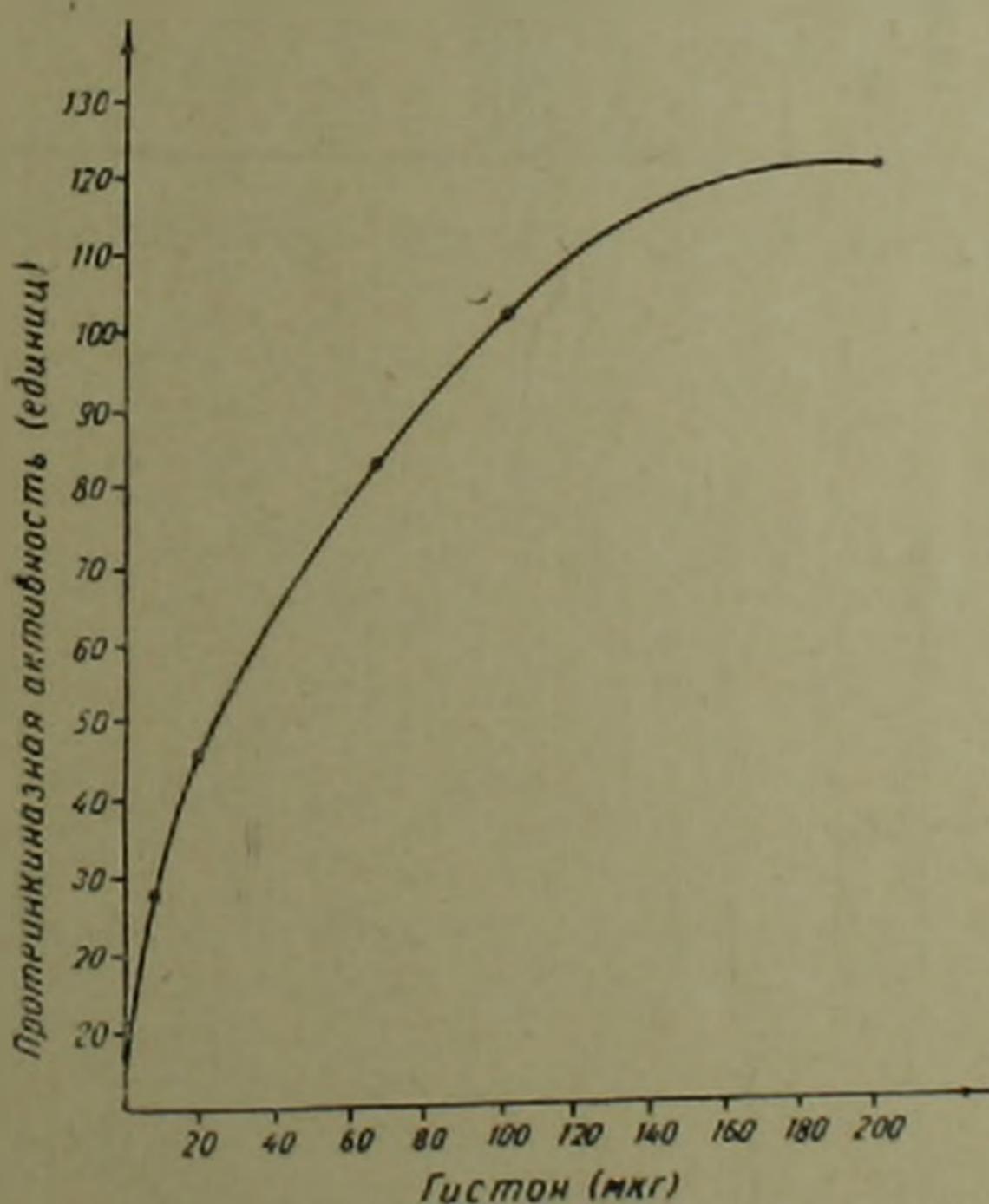


Рис. 3 Эффект концентрации субстрата на протеникиназную активность

Известно, что протеникиназы осуществляют фосфорилирование субстратов при низких концентрациях циклического нуклеотида. На рис. 4 показан уровень фосфорилирования гистона при участии цАМФ.

зависимой протеинкиназы в отсутствие и присутствии 5 и 10 μ М цАМФ. 10 μ М цАМФ не вызывает изменения уровня фосфорилирования по сравнению с контрольной величиной (без применения цАМФ). 5 μ М цАМФ вызывает двукратное увеличение активности протеинкиназы.

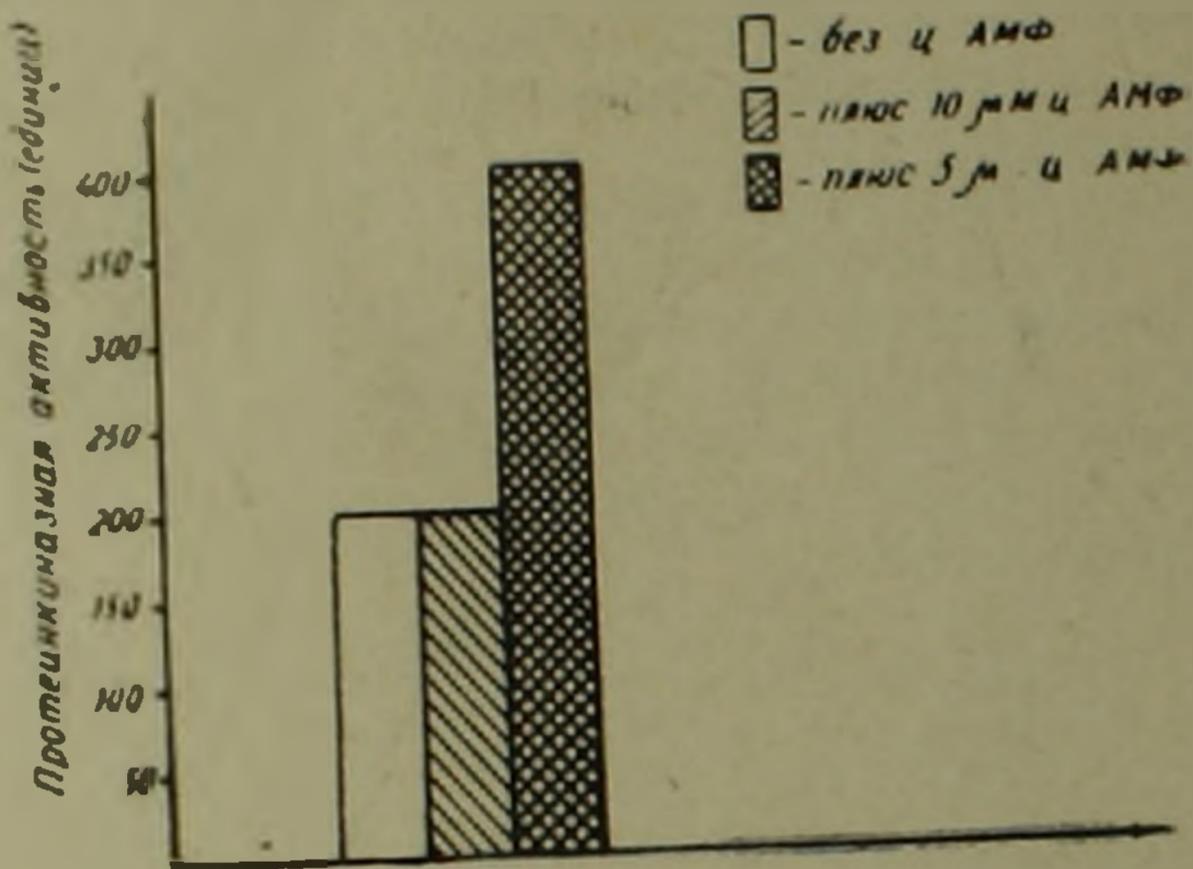


Рис. 4. Зависимость уровня фосфорилирования от концентрации цАМФ

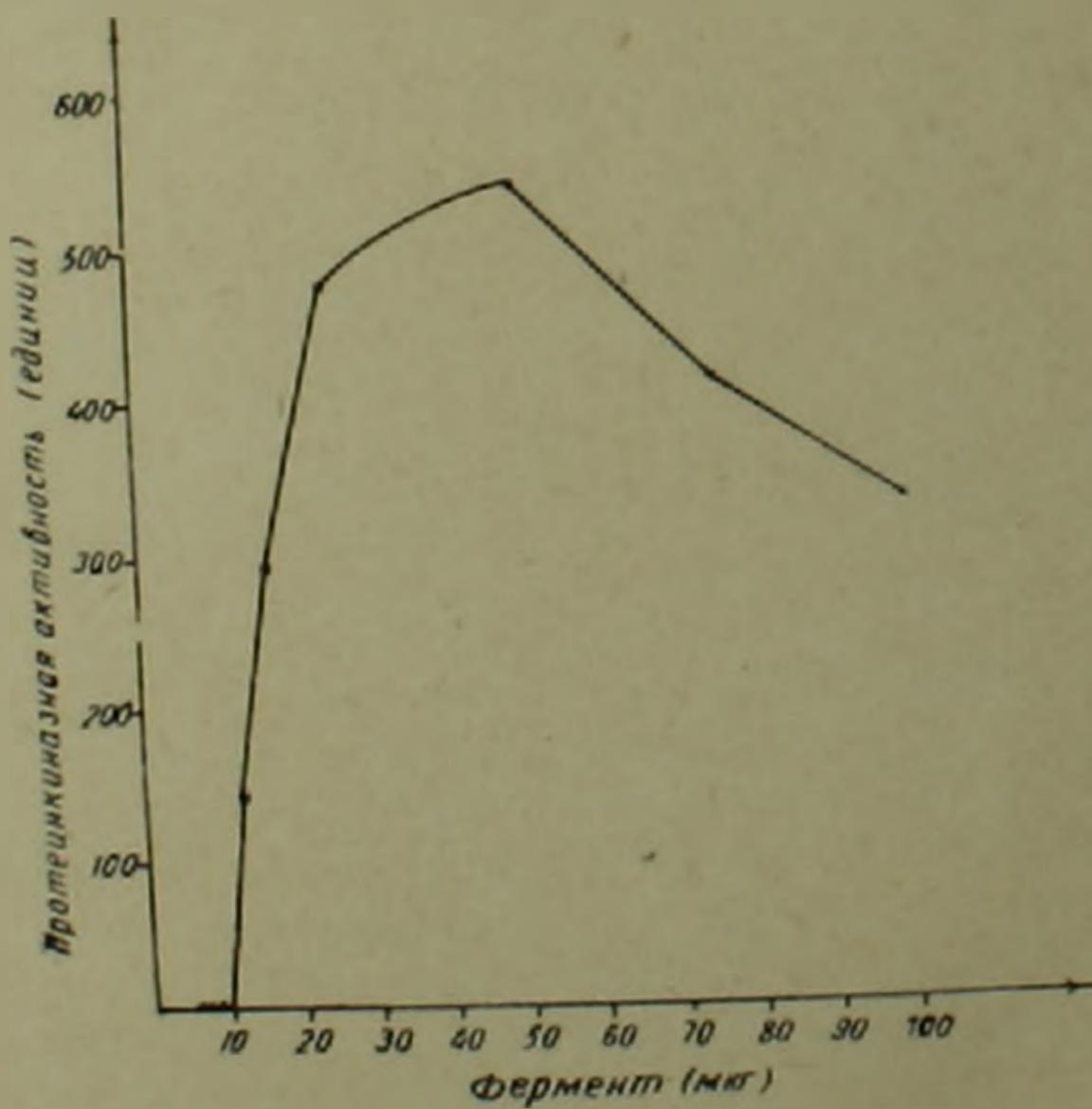


Рис. 5. Зависимость протеинкиназной реакции от концентрации фермента

Зависимость между концентрацией фермента и активностью протеинкиназной реакции изображена на рис. 5. Из кривой видно, что концентрация фермента, требуемая для обеспечения половины максимальной скорости, была около 12,5 мкг. Кривая пропорциональна концентрации фермента до 25 мкг. Выше этой концентрации кривая переходит не в плато, как в обычных реакциях по уравнению Михаэлиса-Ментен, а, наоборот, с увеличением концентрации фермента наблюдается падение скорости ферментативной реакции (рис. 5). Возможно, это можно объяснить наличием в полученном нами ферменте примеси фосфопротеин фосфатазы. В литературе имеются данные о том, что цАМФ-зависимая протеинкиназа и фосфатаза могут быть выделены в комплексе (20). Для обнаружения фосфопротеин фосфатазной активности в препаратах нашего фермента была поставлена реакция дефосфорилирования казена. Оказалось, что выделенный нами препарат протеинкиназы обладает фосфопротеин фосфатазной активностью при концентрациях фермента оптимальных для протеинкиназной реакции, а при более высоких концентрациях, когда наблюдалось торможение протеинкиназной активности, фосфатазная активность была ниже.

С другой стороны, в опытах по определению протеинкиназной активности без субстрата в зависимости от концентрации фермента, также наблюдалось падение протеинкиназной активности (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость аутофосфорилирования от концентрации фермента

Объем фермента, м.л	Количество импульсов в минуту включенного Р ³²
0.03	2000
0.04	1670
0.05	1060
0.06	785
0.07	570

Данные таблицы указывают на то, что происходит торможение и аутофосфорилирования при увеличении концентрации протеинкиназы.

Исходя из вышесказанного можно предположить, что происходит торможение протеинкиназной реакции, фосфатазной и аутофосфорилирования протеинкиназы, по-видимому, за счет присутствия неидентифицированного фактора в частично очищенном нами ферменте протеинкиназы.

Приносим нашу благодарность Г. К. Парсадзяну за проверку наличия фосфопротеин фосфатазной активности фермента протеинкиназы.

Ուղեղից անջատված ցիկլիկ ԱՄՖ-կախյալ պրոտեինկինազայի և նրա
ակտիվությունն արգելակող գործոնի մասին

Խոշոր եղջերավոր կենդանիների ուղեղից անջատվել և մասամբ մաքրվել է ցիկլիկ ԱՄՖ-կախյալ պրոտեինկինազայի Ֆուլց հն տրված այդ ֆերմենտի մաքրման և ակտիվության մի քանի պայմաններ: Հետաքրքիր է, որ ցիկլիկ ԱՄՖ-կախյալ պրոտեինկինազան ցուցարհրում է ցիկլիկ ԳՄՖ-կախյալ պրոտեինկինազային ակտիվություն, բայց ավելի թույլ արտահայտված: Հայտնաբերված է պրոտեինկինազային ռեակցիայի արգելակում, որը, հավանաբար, տեղի է ունենում մասնակի մաքրված ֆերմենտի հետ հանդիսակող չի դենտիֆիկացված ֆակտորի ներկայության հաշվին:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն

- ¹ G. A. Robison, R. W. Butcher, E. W. Sutherland, *Ann. Rev. Biochem. Biol.* 26, 347 (1961). ² E. W. Sutherland, *Y. A. M. A.*, 214, 1281 (1970). ³ E. W. Sutherland, G. A. Robison, R. W. Butcher, *Circulation*, 37, 279 (1969). ⁴ G. A. Robison, R. W. Butcher, E. W. Sutherland, *Ann. Rev. Biochem.* 37, 149 (1968). ⁵ E. Miyamoto, J. F. Kuo, P. Greengard, *J. Biol. Chem.*, 244, 6395 (1969). ⁶ J. F. Kuo, P. Greengard, *J. Biol. Chem.*, 245, 16 4067 (1970). ⁷ J. F. Kuo, P. Greengard, *J. Biol. Chem.*, 244, 3417 (1969). ⁸ A. Kumon, H. Yamamura, Y. Nishizuka, *Biochem. Biophys. Res. Com.* 41, 1290 (1970). ⁹ D. A. Walsh, J. P. Perkins, E. G. Krebs, *J. Biol. Chem.*, 243, 3763 (1968). ¹⁰ T. A. Langan, *Science*, 162, 579 (1968). ¹¹ E. Miyamoto, J. F. Kuo, P. Greengard, *Science*, 165, 63 (1969). ¹² J. F. Kuo, P. Greengard, *J. Biol. Chem.*, 245, 2493 (1970). ¹³ J. F. Kuo, G. R. Wyatt, P. Greengard *J. Biol. Chem.*, 246, 7159 (1971). ¹⁴ A. A. Гагоян, Б. Я. Гуряев, *Вопр. биох. мозга*, Изд. АН Арм. ССР, 12, 1976. ¹⁵ J. F. Kuo, B. K. Krueger, J. R. Sanes, P. Greengard, *Biochem. Biophys. Acta*, 212, 79 (1970). ¹⁶ O. H. Lowry, *et al.* *J. Biol. Chem.*, 193, 265 (1951). ¹⁷ J. J. Witt, R. Roskoski *Anal. Biochem.*, 66, 253 (1975). ¹⁸ Y. Takai, *et al.* *J. Biol. Chem.*, 250, 4690 (1975). ¹⁹ J. F. Kuo, P. Greengard, *Methods in Enzymology*, 38, part c, Acad. Press, New York (1974). ²⁰ Tetsufumi Ueda, S. A. Rudolf, P. Greengard, *Archives of Biochem. and Biophys.*, 170, 492 — 503, 1975.

УДК 595.768 23

ЭНТОМОЛОГИЯ

С. М. Яблоков-Хинзориан

Новый вид жесткокрылых-долгоносиков рода *Апион*
из Армянской ССР
(Coleoptera, Curculionidae)

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Э. А. Давтяном 19/V 1977)

Apion (Echapton) *zangezuricus* Iablokoff-Khinzorian sp. nov.

Арм. ССР: Южный Загезур (Кафанский район), берег р. Цав между селениями Цав и Неркин Анд, на *Genista transcaucasica*, голотип, ♂ и 5 паратипов обоего пола. Голотип в коллекции института зоологии АН Армянской ССР.

Тело черное, густо покрыто сверху и снизу палочковидными белыми чешуйками, иногда сгущенными на пятом промежутке бороздок надкрылий, на нижней части тела образующими сплошной покров. Хоботок к вершине иногда осветлен. Усики и ноги желтые, средние и задние лапки, иногда и основание задних бедер затемнены. Длина (без хоботка) 1,8—2 мм. Рис. 1,а.

Лоб покрыт густыми точками и щетинками, образующими цельный ореол вокруг глаз, точечность лба продолжена узкой полосой на темени за глазами, остальная часть темени гладкая и голая. Хоботок тонкий, голый, сильно изогнутый, у ♂ такой же длины, как переднеспинка, у ♀ слегка длиннее нее, с обеих сторон с крупным основным зубцом, выступающим сбоку и снизу (рис. 1,б). Усики длиннее хоботка, их первый членик дугообразно изогнут, второй удлиненно овальный, третий узкий, вдвое длиннее ширины, последующие короче него, восьмой слегка шире длины. Переднеспинка поперечная, слабо сужена к основанию и много сильнее к вершине, спереди с вогнутым, затем с выпуклым боковым краем, основание с ямочкой. Диск густо мелко точечный на шагренированном фоне. Щиток явственный, треугольный. Надкрылья с очень слабо закругленным боковым краем до заднего ската, спадающего очень круто, покрыты густыми точками на шагренированном фоне, с тонкими бороздками и однородными, широкими, плоскими промежутками; в бороздках чешуйки тонкие и малозаметные, на промежутках—широкие, расположены в 2—3 неправильных ряда.

У ♂ передние голени в 1,2 раза длиннее задних, первый членик всех лапок удлиненный, на задних без зубца.

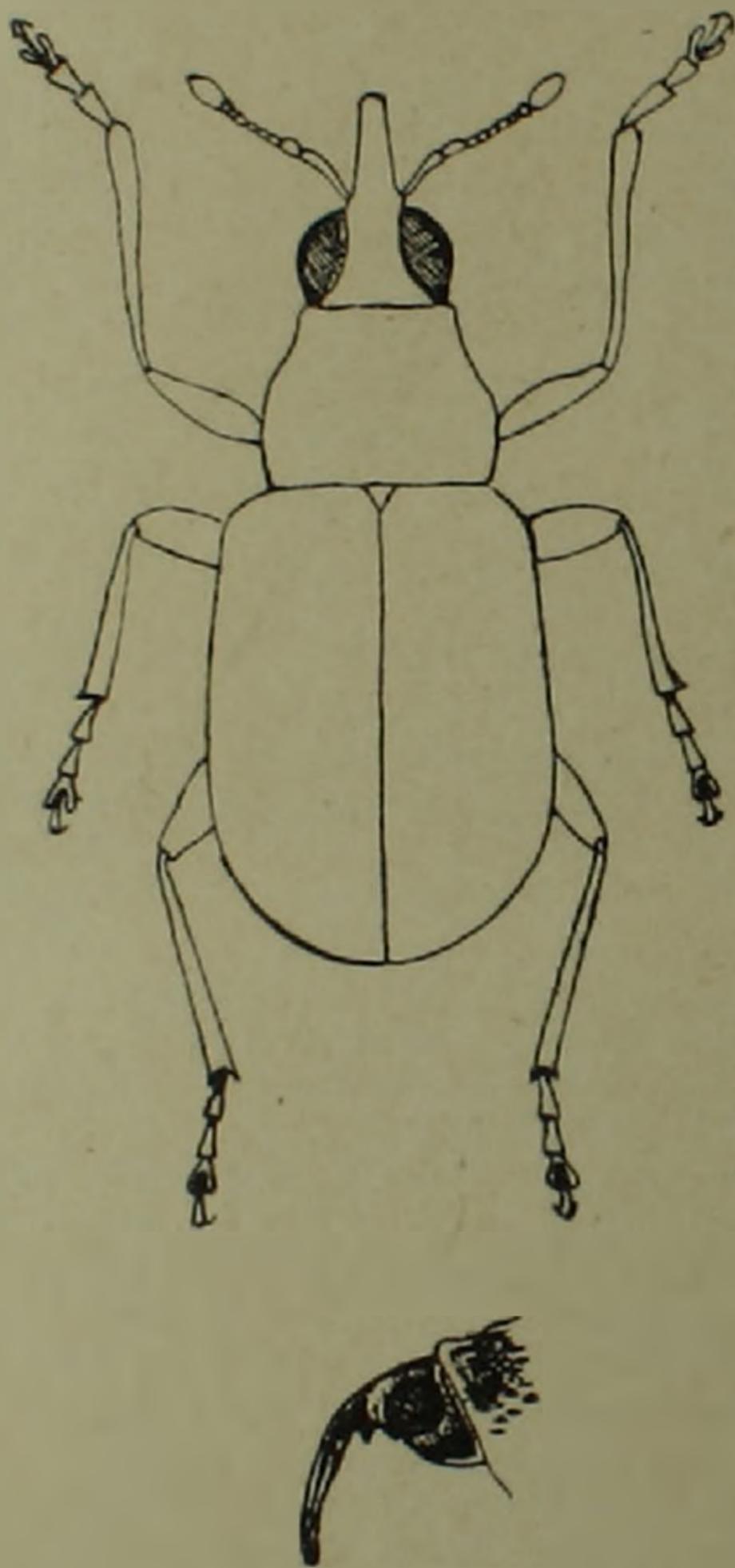


Рис. 1. а - б - *Arion zangezoricus* Khnz., sp. nov., голотип: а - габитус; б - голова сбоку

Этот вид типичный представитель подрода *Echarion* Bedel рода *Arion* Herbst, богато представленного в Средиземноморье и бедно на Кавказе и в Советском Союзе вообще. Отличается от всех прочих

видов подрода, кроме *A. formaneki* Wagner, строением передних ног ♂. *S. formaneki* он сходен габитуально, отличаясь от него наличием точечной полосы за глазами, поперечным, (а не продольным) восьмым члеником усиков у обоих полов, более густыми и широкими чешуйками верха и низа и более тонким хоботком. От всех прочих видов подрода, кроме половых признаков, отличается более коротким и кривым хоботком, а также габитуально.

На Кавказе до сих пор обнаружено четыре вида этого подрода, в том числе *formaneki*, упомянутый выше, *gracillitubus* Dsbr., известный и из Армении, *elongatulum* Dsbr., обычный в лесах Грузии и *sublineatum* Schilsky. Из этих трех последних видов первый отличается гладким теменем до глаз, едва изогнутым длинным хоботком с тупым основным зубцом, одеянием верха из тонких негустых волосков, второй—узким телом с узкой переднеспинкой, третий—невидимыми сверху мелкими основными зубцами красного хоботка.

Институт зоологии
Академии наук Армянской ССР

ԱՐԼՈՆԱԿԱՆ ԿՈՒՆԻՍԻՍԿԱՆ ԵՆԶՈՐՅԱԼ

Արլոն սեռի երկարակնճիթ բզեզի նոր տեսակ Հայկական ՍՍՀ-ից
Arion (Exarion) zangezoricus Khnz. sp. nov.

Նկարագրված է երկարակնճիթ բզեզի նոր տեսակ *Exarion* Bed. ենթասեռից, որը հայտնաբերվել է Ղափանի շրջանի Ոսվի և Ներքին Հանդի միջև: Նոր տեսակը նշված ենթասեռի հինգերորդ ներկայացուցիչն է հայտնաբերված Կովկասից:

УДК 591.8.086

МОРФОЛОГИЯ

Т. С. Аглинцян, Дж. А. Мартиросян

Электронномикроскопическое исследование аксо-аксонных синапсов в красном ядре кошки

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР В. В. Фанарджяном 19/V 1977)

Электронномикроскопическое изучение синаптической организации красного ядра проводилось многими исследователями (¹⁻³), которыми установлено, что наиболее часто встречающимися типами синапсов являются аксо-соматические и аксо-дендритные. Изредка встречаются аксо-дендро-дендритные сериальные синапсы (³). В интересующей нас крупноклеточной или каудальной части красного ядра аксо-соматические синапсы образуются преимущественно аксонными терминалями клеток промежуточного ядра мозжечка, тогда как основная масса аксо-дендритных связей принадлежит кортико-рубральным волокнам.

Электронномикроскопическое исследование синаптической организации крупноклеточной части красного ядра кошки в норме предпринято нами с целью последующего изучения пластических свойств синапсов.

Мозг взрослой здоровой наркотизированной (нембутал, 45 мг/кг) кошки после внутриаортальной перфузии фиксирующей смесью альдегидов (4% параформальдегида и 2,5% глутарового альдегида), приготовленной на 0,08 М фосфатном буфере рН 7,2, был извлечен тотально. Поперечные пластинки, содержащие каудальную часть красного ядра, дополнительно фиксировали в свежей порции перфузата в течение 2-х часов при +4 С, после чего из области красного ядра готовили кусочки в 1 куб. мм, которые постфиксировали в 2%-ом растворе четырехоксида осмия 2 часа на холоду. После дегидратации в восходящей серии спиртов и ацетона ткань заливали в эпон и эпон-аралдит по Молленхауэру (⁴). Готовили полутонкие срезы, которые окрашивали метиленовой синью для идентификации крупных нейронов (40—60 мкм), затачиваемых в вершину пирамидки. Ультратонкие срезы были получены на ультрамикротоме ЛКБ-3, контрастированы насыщенным водным раствором уранилацетата, цитратом свинца по Рейнольдсу (⁵) и просмотрены в микроскопе Тесла БС-613.

В настоящем сообщении приводится описание синаптической гломерулы, обнаруженной нами непосредственно на теле крупного нейро-

на красного ядра. Как видно на рис. 1, крупная аксонная терминаль, содержащая большое количество митохондрий и сферических синаптических пузырьков (28—40 нм), образует обширный синапс с телом нервной клетки, имеющий дискретный характер, одинаковую толщину и электронную плотность пре- и постсинаптической мембраны. Синаптическая щель не расширена (18—20 нм) и содержит небольшое коли-

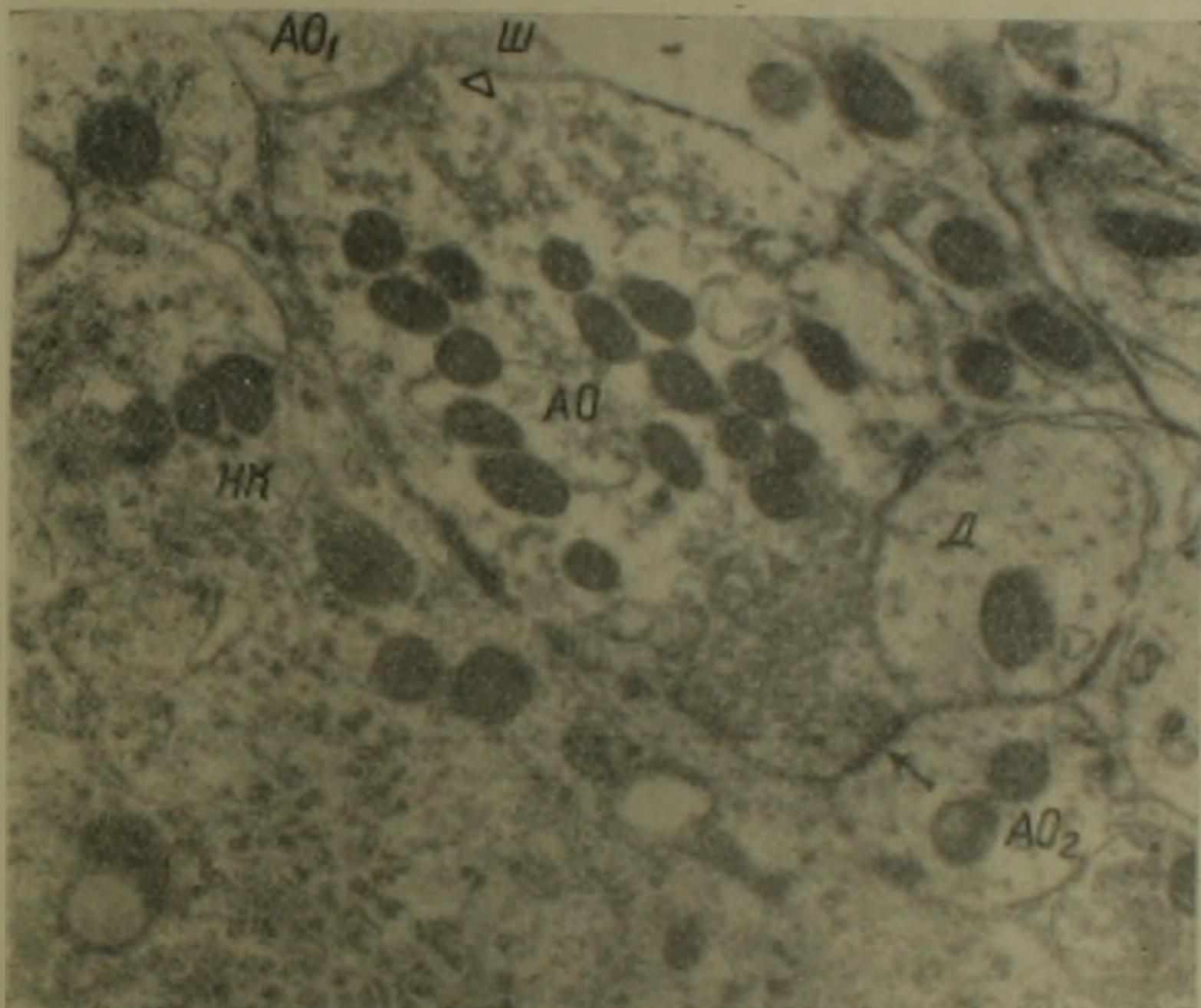


Рис. 1 Крупное аксонное окончание (АО) контактирует с телом нервной клетки (НК), с мелкими бляшками (АО₁ и АО₂), с дендритом (Д) и шипиком (Ш). Мелкая бляшка (АО₂) образует симметричный синапс с телом той же клетки. Красное ядро взрослой кошки: X 24000

чество аморфного электронноплотного материала. Такие синапсы названы симметричными (⁶), а по классификации Грэя (⁷) принадлежат ко II типу. У пресинаптической мембраны только одного из них наблюдается скопление синаптических пузырьков. Та же аксонная терминаль вступает в синаптическую связь с двумя более мелкими аксонными окончаниями, являясь пресинаптической по отношению к ним: она образует типичные асимметричные синапсы (I тип по Грэю), с выраженной электронной плотностью и утолщением постсинаптической мембраны, которое обусловлено наличием субсинаптической сети. В синаптической щели (30 нм) одного из них (показано стрелкой)

можно заметить внутрисинаптические нити. У пресинаптических мембран наблюдается скопление синаптических пузырьков.

В отличие от крупной бляшки, в мелких аксонных окончаниях имеется небольшое количество уплощенных пузырьков (35—70 н.м × 18—35 н.м) и митохондрий. Легко заметить, что отмеченная стрелкой аксонная терминаль в свою очередь образует симметричный синапс с телом той же крупной клетки. Скопление синаптических пузырьков небольшое.

Выше этой терминали виден светлый дендритный профиль с характерным регулярным расположением поперечно срезанных микротрубочек. В крупном аксонном окончании заметно скопление синаптических пузырьков в зоне синапса с указанным дендритным отростком. Активная зона контакта, по всей вероятности, не попала в плоскость среза. То же самое можно сказать и об аксо-шипиковом синапсе, отмеченном треугольником.

Таким образом, крупная аксонная терминаль контактирует одновременно с шипиком, дендритным профилем, двумя мелкими аксонными окончаниями и телом нервной клетки, образуя множественные синапсы различного характера. Наличие большого количества митохондрий в ней косвенно указывает на высокий уровень энергетического метаболизма, а множественность активных участков синаптических мембран между этим окончанием и телом клетки, их небольшая протяженность, локализация в цитоплазме вблизи от постсинаптической мембраны цистерн (две из них вплотную подходят к зоне контакта), везикул, гранулярного материала и митохондрий характеризуют эту аксо-соматическую связь как синапс «повышенной информативности»⁽⁸⁾. Как уже отмечалось крупное аксонное окончание отличается от соседних бляшек как величиной, так и формой синаптических пузырьков, что может говорить о разных источниках их происхождения: если крупную терминаль с большой долей вероятности можно приписать аксону нейрона промежуточного ядра мозжечка, то мелкие бляшки могут принадлежать либо коллатералям подобных аксонов, идущих в вентро-латеральное ядро таламуса, либо аксонам клеток II типа Гольджи.

Из всех вышеописанных синапсов с физиологической точки зрения, наибольший интерес представляют аксо-аксонные синапсы (один из них участвует в аксо-аксо-соматическом сериальном синапсе), которые на основании литературных данных⁽⁹⁾ могут служить морфологическим субстратом пресинаптического торможения. В физиологических исследованиях, ранее проведенных на красном ядре кошки⁽¹⁰⁾ было сделано предположение о наличии феномена пресинаптического торможения.

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

Ախտ-ախտեային սինապսների էլեկտրոնա-մանրադիտակային
ուսումնասիրությունը կատվի կարմիր կորիզում

էլեկտրոնա-մանրադիտակային ուսումնասիրման օգնությամբ, կատվի կարմիր կորիզի խոշոր բջջային հատվածում նկարագրված արտ-սոմատիկ և արտ-դենդրիտային սինապսներից բացի, հայտնաբերված են նաև արտ-արտոնային սինապսներ, որոնք կառուցված են ծառայել, որպես նախասինապտիկ արգելակման մորֆոլոգիական սուբստրատ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ J. S. King, G. F. Martin and J. Conner, Brain Research, 38, 251—265 (1972).
² L. T. Brown, J. of Comparative Neurology, 154, 149 (1974). ³ Y. Nakamura, Brain Research, 94, 1—17 (1975). ⁴ H. H. Mollenhauer, Stain Technology, 39, 111—114 (1964).
⁵ E. S. Reynolds, J. of Cell Biology, 17, 208—212 (1963). ⁶ M. Colonnier, Brain Research, 9, 268—287 (1965). ⁷ E. G. Gray, J. Anatomy (Lond.) 93, 420—433, (1959).
⁸ Н. Н. Боголепов, Ультраструктура синапсов в норме и патологии М., Изд. «Медицина», 1975. ⁹ Дж. Экклс, Физиология синапсов, Изд. «Мир», М., 1966. ¹⁰ В. В. Фармаджян, Д. С. Саркисян, В. И. Погосян. В кн: Механизмы деятельности головного мозга, 392—401, Изд. «Мецинереба», Тбилиси, 1975.

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն LXIV ՀԱՏՈՐԻ

ԷՂ

ՄԱՔԵՄԱՏԻԿԱ

Է. Ա. Դանիելյան— $\vec{M}_r \vec{G}_r $ տիպի սխտեմներն «արագ» սպասարկման դեպքում	3
Է. Ա. Դանիելյան— $\vec{M}_r \vec{G}_r $ տիպի սխտեմների առիմպուլսային հետազոտում «արագ» սպասարկման դեպքում	65
Տ. Գ. Հաբուսյունյան— Չափելի ֆունկցիաների ներկայացումը բազմապատիկ շարժերով	72
Ա. Հ. Մոկացյան— Ռեյաստիվիզացված կոլմոզորովյան բարդությունների որոշ հատկություններ	77
Յու. Գ. Ալեասաթյան— Երկկողմանի հիպերպրաֆների մի թանի հատկություններ	81
Ա. Ա. Օրդյան, Ի. Ռ. Հայրապետյան— Տորմա թերանանությունների $EI, E(1)$ և $G(K)$ դասերի մասին	85
Կ. Հ. Տաղբյան— N_2 խիստ հիպերբոլիկ սխտեմների նամար խառը խնդրի կորեկտության տեսրամեղա պայմաններ	91
Ո. Մ. Կառիմանյան— Շրջանագծի վրա տրված պատահական թափումների համար կենտրոնական սահմանային թևորեմը	129
Խ. Հ. Մովսիսյան— Գնդերով դուգամիտոզ համարի կրկնակի շարժերի միակության մասին	137
Հ. Ո. Քոչարյան— Միակություն թևորեմներ մի թանի փոփոխականի ֆունկցիաների համար	143
Ղ. Ո. Ղազարյան— L^p $p > 1$ -ի այն բազիսների մասին, որոնք ստացվում են մինիմալ սխտեմները L^p -ի ֆունկցիայով բազմապատկելիս	151
Լ. Գ. Գրիգորյան— Մերոմորֆ ֆունկցիայի հոլոմորֆ բազազրիի նորմայի գնահատականի վերաբերյալ	156
Տ. Ն. Հաբուսյունյան— Դիրակի տիպի օպերատորների սպեկտրի մասին	161
Վ. Ի. Քաիրյան, Գ. Հ. Խաչատրյան, Ա. Խ. Մխիթարյան— Ցիկլիկ կոդերի դասի թաշային սպեկտրի և կոդային հեռավորության որոշումը	165
Ա. Ա. Ջուրաբյան— Տորմալ թվաբանության և պրեդիկատների հաշվի արտածումների բարդության մասին	193
Վ. Հ. Ավագյան— Սպեկտրալ խնդրի մասին, որի եզրային պայմանի մեջ մտնում է L^p -ից կախված ռացիոնալ ֆունկցիա	257
Վ. Ն. Վարդապետյան— Դիրակի միայնակ պատահական սխտեմի սպեկտրալ տեսություն	264
Է. Ա. Միրզախանյան— Անվերջ չափանի հոմոտոպիկ խմբերի կախումը բազիսային կետից	270

ԿՐԱՌԱՎԱՆ ՄԱՔԵՄԱՏԻԿԱ

Ա. Հ. Ազատյան, Ռ. Ա. Քամբազյան— Տեղափոխությունների, զուգորդությունների և տեղաբաշխությունների լրիվ բազմությունների թվարկման ալգորիթմների ծրագրավորումը	96
Գ. Հ. Ավետիսյան— Ժանաչող համակարգերի ֆունկցիոնալ արդյունավետության գնահատման մասին	170
Գ. Լ. Ղանբաբյան, Ա. Գ. Դալսաթյան— Ստատիկ բնութագրի հորիզոնական գրեյֆի հաշվառումը կոնտակտ ապարատի չերմային ռեժիմի օպտիմիզացիայի մասանակ	197
Ռ. Ա. Մինասյան— Դյուրին խառնվող հեղուկով լցված սևամեղ գնդում չերմության տարածման մի խնդրի մասին	202

ՄԵԿԱՆԻԿԱ

Ս. Ս. Զարգարյան—Առաձգականության հարթ տեսության հիմնական խառը խնդիրների ինտեգրալ հավասարումները միակապ, անկյուններով տիրույթի համար 11

Ս. Ա. Համբարձումյան, Կ. Ե. Բազդասարյան, Մ. Վ. Բելյուրեկյան—էլիպտահաղորդիչ նյութից պատրաստած բարակ սալի ֆլատերը մագնիսական դաշտի առկայության դեպքում 18

Գ. Լ. Պետրոսյան—Սակտային խոզովակների և ձողերի մեաժորումը 176

Գ. Լ. Պետրոսյան, Գ. Ս. Ավոյան—Կարծր ոչ մետաղական ներխառնուկներ պարունակող ծակտակն միջուկով բիմետաղական կլոր ձողերի մեաժորման հետազոտումը 182

Գ. Բ. Վերմիշյան, Բ. Ա. Մելյուսնյուն—Նզրին տատանվող կոշտ դրոշմով մամուցիկ-առաձգական կիսահարթության մեջ շերմաստիճանի բաշխումը 208

Ս. Հ. Սարգսյան—Կոշտ դրոշմով սալի զլանական ծաման մասին 216

Կ. Է. Բազդասարյան—Ընդլայնական մագնիսական դաշտում գտնվող հաղորդիչ սալի կայունության և տատանումների մասին 275

ԱՌՈՋԳԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Վ. Ս. Սարգսյան, Ռ. Գ. Ավանեսյան—Անվերջ վերադիրով ուժեղացված առաձգական շերտի համար մի կոնտակտային խնդրի մասին 23

Վ. Ս. Սարգսյան, Ռ. Գ. Ավանեսյան—Անվերջ վերադիրց առաձգական երկու մարակցված շերտերին բեռի փոխանցման խնդրի մասին 188

ՍՈՂՔԻ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Ս. Ե. Միրզոյան—Կտոր առ կտոր անհամասեռ մասանգականորեն ծերացող կիսահարթության համար ազդեցության ֆունկցիայի կառուցման մասին 36

ՃԻՉԻԿԱ

Ռ. Յ. Գաբրիելյան, Գ. Հ. Սեդրեզանյան, Յ. Հ. Էյրամզյան—Ռենտգենյան բազմալիցային կրկնակի ինտերֆերոմետր 38

Մ. Ե. Մովսեսյան, Տ. Հ. Հովակիմյան—Ստիպողական ուլտրամանուշակագույն ճառագայթում կալիումի գոյարչիներում 101

Ո. Գ. Անիսիմովա, Կ. Ա. Վարդանյան—Փոխազդող սկալյար դաշտերի տեսության մասին 224

Ա. Հ. Ռոստոմյան, Գ. Հ. Սեդրեզանյան—Ռենտգենյան և Դ-ճառագայթների ինտերֆերենցիայի ուսումնասիրումը 228

Գ. Ա. Վարդանյան—Ազիթրատիկ ինվարիանտը ֆազային անցման մամանակ 281

Է. Հ. Միրզաբեկյան, Յու. Ա. Աբրահամյան, Զ. Ն. Աղամյան, Վ. Մ. Հաբուրյունյան, Ռ. Հ. Սիմոնյան—Բարձր զգայունության ինֆրակարմիր սադրոշափ 285

ԻԱՎԻՈՃԻՉԻԿԱ

Է. Հ. Միրզաբեկյան, Լ. Գ. Մուրզա—Ազմկանման ազդանշանների ըստ բննոցման դիսկրետ մոդուլյացիայով ոչ կոհերենտ կապ 42

ՃԻՉԻԿԱ

Ա. Լ. Գյուլբուրազյան, Տ. Յու. Մաղախյան—Նոր կարմիր օրիկտներ, արտաբուսական շերտեր—Արոյի օրիկտներին 104

ՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ

Ա. Թ. Բարսյան, Ս. Տ. Փաշարյան, Ռ. Ս. Ոսկանյան—2,5-գիմեթիլ-5-օքսի-2-թիվ-յուպենտենոնի սինթեզի նոր ուղի 49

ԵՐԿՐԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Լ. Ս. Մելիքյան—Ջուր հանքավայրում հանքամարմինների սարուկաուրային տիպերի առերանց տեղայնացման ձրկրարանական առանձնահատկությունները 108

ՊԵՏՐՈԳՐԱՅԻՆ

Ա. Ա. Կուզնեցով—Քարզ կառուցվածք ունեցող ինտրուզիվ մարմինների պեղացման մոդելը 55

ՕԳՅԱԿԱՐ ՀԱՆԱԾՈՆԵՐ

Կ. Մ. Մուրադյան—Փոքր Կովկասի Աքերա-Սեանա-Ամասիայի ստրուկտուր-ֆորմացիան մեռադածնային գոտու Բուզումի հանքային շրջանի օզակային-օջախային ստրուկտուրաների այժմատարերթյան հարցի շուրջը 235

ԲԻՈՔԻՄԻԱ

Ա. Ա. Ալեխանյան, Ա. Ա. Կալոյան, Յ. Ի. Պուտիլինա—Նեյրոհորմոն C-ի ազդեցությունն իզոցիտրաազահիդրոզենազայի ակտիվության և լիմոնաթթվի քանակի վրա սրտում և այլ օրգաններում 52

Է. Գ. Սարգսյան, Ն. Գ. Կիրայիչնիկովա, Ռ. Մ. Նալբանդյան—Կորնզանից ստացված պլաստոցիանին և ֆերեդոցին 112

Ա. Ա. Գալոյան—Հիպոթալամուսի նոր պոլիպեպտիդի թիմիական կառուցվածքի և օրգանաբանական ակտիվության մասին 116

Ա. Ա. Գալոյան, Ա. Ս. Կիրակոսովա, Գ. Ա. Սարգսյան, Բ. Խ. Մարուխյան—Ցիկլիկ ԱՄՑ-կախյալ պրոտեինկինազայի վրա կարգիտարույ նեյրոհորմոնների ազդեցության մասին 242

Ա. Գ. Մանչիկյան, Ա. Ա. Կիրակոսովա, Ա. Ա. Գալոյան—Նեյրոհորմոն «C»-ի և ուսմատոստատինի ազդեցությունը առեռոնների արյան պլազմայի կալիկրեին-կինինային սխեմի վրա 291

Ա. Ա. Կիրակոսովա, Գ. Ա. Սարգսյան, Բ. Խ. Մարուխյան, Ա. Ա. Գալոյան—Ուղեգից անջատված ցիկլիկ ԱՄՑ-կախյալ պրոտեինկինազայի և նրա ակտիվությունը արգելիչից գործունի մասին 295

ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՅԻՋԻՈՂՈԳԻԱ

Խ. Կ. Խաժակյան, Մ. Ն. Զայլախյան—Ֆոտոպերիոդիկ շեղոթ տեսակի ձխախոտ Տրապեզոնգի աճն ու ծաղկումը ֆիտոհորմոնների և ինհիբիտորների ազդեցությամբ 122

Վ. Ն. Նազարյան, Է. Վ. Ավագյան—Ուրթնա կեղծակաթիայի տերևներում մոխրային տարրերի փոխանակության օրվա ութմի վրա լույսի ինտենսիվության ազդեցության մասին 246

ՄԻՋԱՏԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ա. Մ. Յարյուկով-Խենձուրյան—Կարծրաթևների-կակցիկոլիդների նոր տեսակ Հնդկաստանից (Coleoptera, Coccinellidae) 61

Ա. Մ. Սարգսյան, Ս. Ա. Խաչատրյան—Բնդիկների ձևավորման ֆենոկրիտիկ պերիոդը ԹՔԼԵՈՒ չերամի թիթեոների մոտ 252

Ա. Մ. Յարյուկով-Խենձուրյան—Arion սեռի երկարակենիթ րզնգի նոր տեսակ Հայկական ՍՍՀ-ից 309

ՄՈՐՅՈՂՈԳԻԱ

Խ. Ս. Ազիկցյան, Զ. Ա. Մարտիրոսյան—Արսո-աթուռային սինապսների էլեկտրոնա-մանրադիտակային ուսումնասիրությունը կառվի կարմիր կորիզում 306

СОДЕРЖАНИЕ LXIV ТОМА

	Стр.
МАТЕМАТИКА	
Э. А. Даниелян—Системы $M^r G_r I _{\infty}$ в случае «быстрого» обслуживания .	3
Э. А. Даниелян—Асимптотическое изучение системы $M^r G_r I$ при «быстром» обслуживании .	65
Ф. Г. Арутюнян—Представление функций кратными рядами .	72
А. А. Мокацяк—Некоторые свойства релятивизированных сложностей Колмогорова .	77
Ю. Г. Анастасян—Некоторые свойства двудольных гиперграфов .	81
А. А. Ордян, Л. Р. Айрапетян—О классах $ELR(I)$ и $G(k)$ формальных грамматик .	85
К. А. Ягджян—Необходимые условия корректности смешанной задачи для нестрогих гиперболических систем .	91
С. М. Нариманян—Центральная предельная теорема для случайных блужданий на окружности .	129
Х. О. Мовсисян—О единственности двойных рядов по системе Хаара, сходящихся по сферам .	137
Г. С. Кочарян—Теорема единственности для функций нескольких переменных .	143
К. С. Казарян—О базисах в L^p , $p > 1$, полученных умножением минимальных систем на функцию из L^p .	151
Л. Д. Григорян—К оценке нормы голоморфной составляющей мероморфной функции .	156
Т. И. Арутюнян—О спектре операторов типа Дирака .	161
В. И. Таирян, Г. Г. Хачатрян, А. Г. Мхитарян—Определение весового спектра и кодового расстояния класса циклических кодов .	165
А. А. Чубарян—О сложности выводов в формальной арифметике и исчислении предикатов .	193
В. А. Авакян—О спектральной задаче с рациональной функцией от λ в краевом условии .	257
В. Н. Вартазарян—Спектральная теория одновременной случайной системы Дирака .	264
Э. А. Мирзаханян—Зависимость бесконечномерных гомотопических групп от базисной точки .	270
ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА	
А. А. Азатян, Р. А. Тамразян—Программные реализации алгоритмов для перечисления элементов полных множеств m -перестановок с повторениями, сочетаний из n элементов по m размещений из n элементов по m .	96
Д. О. Аветисян—К оценке функциональной эффективности систем распознавания .	170
Г. Л. Кантпрдзян, А. П. Галстян—Оптимизация теплового режима контактного аппарата с учетом горизонтального дрейфа статической характеристики .	197
Р. С. Минасян—Об одной задаче распространения тепла в полном шаре, заполненном хорошо перемешиваемой жидкостью .	202

МЕХАНИКА

- С. С. Заргарян*—Интегральные уравнения основных смешанных задач плоской теории упругости для односвязных областей с углами 11
- С. А. Амбарцумян, Г. Е. Багдасарян, М. В. Белубекян*—Флаттер тонких пластин, изготовленных из электропроводящих материалов, при наличии магнитного поля 15
- Г. Л. Петросян*—Формование пористых труб и стержней 176
- Г. Л. Петросян, Г. С. Алоян*—Исследование формования биметаллических круглых стержней с пористым сердечником, содержащим твердые неметаллические включения 182
- Г. Б. Вермишян, Б. А. Мелтонян*—Распределение температуры в полуплоскости из вязко-упругого материала при вибрации жесткого штампа на границе 208
- С. О. Саркисян*—О цилиндрическом изгибе пластинки жесткими штампами. 216
- Г. Е. Багдасарян*—О колебаниях и устойчивости проводящих пластин в поперечном магнитном поле 275

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

- В. С. Саркисян, Р. Г. Аванесян*—Об одной контактной задаче для упругой полосы, усиленной бесконечным стрингером 23
- В. С. Саркисян, Р. Г. Аванесян*—О передаче нагрузки от бесконечного стрингера к двум заземленным упругим полосам 188

ТЕОРИЯ ПОЛЗУЧЕСТИ

- С. Е. Мкрзоян*—О построении функций влияния для кусочно неоднородно наследственно-стареющей полуплоскости 30

ФИЗИКА

- Р. Ц. Габриелян, П. А. Безирганян, Ф. О. Эйримджян*—Рентгеновский многоволновой двойной интерферометр 38
- М. Е. Мовсесян, Т. О. Овакимян*—Вынужденное ультрафиолетовое излучение в парах калия 101
- О. П. Анисимова, Г. А. Варданян*—К теории связанных скалярных полей. 224
- А. Г. Ростомян, П. А. Безирганян*—Автофокусировка рентгеновских и γ -лучей 228
- Г. А. Варданян*—Адиабатический инвариант системы при фазовом переходе . 281
- Э. Г. Мирзабекян, Ю. А. Абрамян, З. Н. Адамян, В. М. Арутюнян, Р. Г. Симонян*—Высококочувствительный инфракрасный радиометр 285

РАДИОФИЗИКА

- Э. Г. Мирзабекян, Л. П. Мурза*—Некогерентная связь с дискретной модуляцией шумоподобных сигналов по поляризации 42

АСТРОФИЗИКА

- А. Л. Гюльбудагян, Т. Ю. Магакян*—Новые красные объекты, внешне похожие на объекты Хербига—Аро 104

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- А. Т. Бабаян, С. Т. Кочарян, В. С. Восканян*—Новый путь синтеза 2,5-диметил-5-окси-2 циклопептенона 49

ГЕОЛОГИЯ

- Л. С. Меликян*—Геологические особенности локализации и структурные типы рудных тел на Зодском месторождении 108

ПЕТРОГРАФИЯ

- А. А. Кузнецов*—Модель затвердевания сложнопостроенных интрузивных тел 55

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

- К. М. Мурадян*—К вопросу об алмазности кольцевых структур базальтового рудного района Акеро-Севако-Амасийской структурно-формационной металлогенической зоны Малого Кавказа 235

БИОХИМИЯ

- С. С. Алексанян, А. А. Галоян, Ф. Е. Путилина*—Влияние нейрогомона «С» на активность изоцитратдегидрогеназы и на содержание лимонной кислоты в сердце и других органах 52

- Э. Г. Саруханян, Н. П. Кирпичникова, Р. М. Наибандян*—Пластоцианин ферредоксин из люцерны 112

- А. А. Галоян*—О химической структуре и органотропной активности нового гипоталамического полипептида 116

- А. А. Галоян, А. С. Киракосова, Г. А. Сарибекян, Т. Х. Марукян*—О влиянии кардиотропных нейрогомонов на цАМФ-зависимую протеникиназу 242

- С. П. Манджикян, А. С. Киракосова, А. А. Галоян*—Влияние нейрогомона «С» и соматостатина на калликреин-кининовую систему плазмы крови крыс 291

- А. С. Киракосова, Г. А. Сарибекян, Т. Х. Марухян, А. А. Галоян*—О 3,5'-цАМФ-зависимой протеникиназе мозга быка и факторе, ингибирующем ее активность 295

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- Х. К. Хажакян, М. Х. Чайлахян*—Влияние фотогомонов и ингибиторов на рост и цветение растений фотопериодически нейтрального табака Трапезонд 122

- В. О. Казарян, Э. В. Авакян*—О влиянии интенсивности света на суточную амплитуду обмена зольных элементов в листьях робинии лжеакации 246

ЭНТОМОЛОГИЯ

- С. М. Яблоков-Хизорян*—Новый вид жесткокрылых-кокциnellид из Индии (Coleoptera, Coccinellidae) 61

- С. М. Саркисян, С. А. Хачатрян*—Фенокритический период формирования антенн у бабочек тутового шелкопряда 252

- С. М. Яблоков-Хизорян*—Новый вид жесткокрылых-долгоносиков рода Апион из Армянской ССР (Coleoptera, Curculionidae) 303

- Т. С. Англинцян, Дж. А. Мартиросян*—Электронномикроскопическое исследование аксо-аксонных синапсов в красном ядре кошки 306

CONTENTS OF LXIV volumn

	p-
MATHEMATICS	
<i>E. A. Daniellian</i> — The systems $M_r / G_r / 1, \infty$ in the case of „rapid“ service	3
<i>E. A. Daniellian</i> — The asymptotical investigation of systems $M_r / G_r / 1$ in the case of „rapid“ service	65
<i>F. G. Arutounian</i> — The representation of functions by multiple series	72
<i>A. H. Mokatsian</i> — Some properties of relativized Kolmogorov complexities	77
<i>Y. G. Anastasian</i> — Some properties of bipartite hypergraphs	81
<i>A. A. Ordian, L. R. Hayrapetian</i> — On the $ELR(1)$ and $G(K)$ classes of formal grammars	85
<i>K. H. Yagdjian</i> — A necessary condition for the well posed initial — boundary value problems for the hyperbolic systems which are not necessarily strictly hyperbolic	91
<i>S. M. Narimanian</i> — A central limit theorem for random walk on a circle	129
<i>Kch. H. Movsisian</i> — On the uniqueness of Spherically convergent double Haar Series	137
<i>H. S. Kocharian</i> — Uniqueness theorems for functions of several variables	143
<i>Gh. Ghazarian</i> — On the bases in $L_p, 1 < p < \infty$, which are obtained by multiplying the minimal systems on a function from the L_p space	151
<i>L. D. Grigorian</i> — On the estimate of the norms of the holomorphic part of a meromorphic function	156
<i>T. N. Harutunian</i> — About spectra of Dirac type operators	161
<i>V. I. Talrian, G. H. Khachatryan, A. H. Mkhitarian</i> — Determination of the weight enumerator and coding distance of the class of cyclic codes	165
<i>A. A. Choubartian</i> — On the complexity of proofs in formal arithmetics and predicate calculus	193
<i>V. H. Avakian</i> — About spectral problem with rational function of λ in Boundary condition	257
<i>V. N. Vardazarian</i> — The spectral theory of one-dimensional random Dirac system	264
<i>E. A. Mirsakhianian</i> — The dependence of the infinite-dimensional homotopic groups from basic point	270
APPLIED MATHEMATICS	
<i>A. A. Azatlan, R. A. Tamrazian</i> — Program realizations of algorithms for the enumeration of elements of complete sets such as n -permutations with repetitions, combinations of n element m at a time, arrangements of n element m at a time	96
<i>D. H. Avetisian</i> — The estimate of functional effectivity of recognition systems	170
<i>G. L. Kantarjian, A. P. Galstian</i> — The contact apparatus thermal regime optimization with the horizontal drifting calculation of static characteristics	197
<i>R. S. Minasian</i> — One problem of heat transfer in the hollow sphere, filled by well stirred fluid	202

MECHANICS

- S. S. Zargarian* — Integral equations of the basic mixed problems of two-dimensional elasticity for single connected regions with angles 11
- S. A. Ambartsumian, G. E. Bugdasarian, M. V. Belubekian* — Flutter of thin plates made of electroconducting materials in the presence of a magnetic field 18
- G. L. Petrossian* — The forming of porous tubes and bars 176
- G. L. Petrossian, G. S. Apoyan* — The investigation of the formation of bimetallic round bars containing rigid nonmetallic elements in porous rods 182
- G. B. Vermishian, B. A. Meltonian* — The distribution of temperature in half-plane of viscous elastic material when vibration of hard punch on bound is valid 208
- S. O. Sarkisian* — About cylindrical bending of plastic with rigid stamp 216
- G. E. Bugdasarian* — On vibration and stability of conducting plates in a transverse magnetic field. 275

THEORY OF ELASTICITY

- V. S. Sarkisian, R. G. Avanesian* — On the contact problem for the elastic strip strengthened by infinite stringer 23
- V. S. Sarkisian, R. G. Avanesian* — On the load transference from the infinite stringer to two elastic stripes with fixed edges 188

THEORY OF CREEP

- S. E. Mirzoyan* — The construction of the influence functions for the creep by creep nonhomogeneous hereditary ageing half plane 30

PHYSICS

- R. Ts. Gabrielian, P. A. Bestrganian, F. O. Etramjian* — A n -beam x -ray double Interometer 38
- M. E. Movsessian, T. H. Hovakimian* — Stimulated ultraviolet radiation in potassium vapour. 101
- O. P. Anistmova, G. A. Vardanian* — On the theory of the coupled scalar fields 224
- A. H. Rostomian, P. H. Bezrganian* — Autofocussing of X and γ -rays 228
- G. A. Vardanian* — Adiabatic invariant of the system of the phase transition 281
- E. H. Mirzabekian, Yu. A. Abramian, Z. N. Adamian, V. M. Hurutunian, R. H. Symonian* — High sensitive infrared radiometer 285

RADIOPHYSICS

- E. H. Mirzabekian, L. P. Murza* — Noncoherent communication with discretely polarization — modulated noise-like signals 42

ASTROPHYSICS

- A. L. Gyulbudaghian, T. Yu. Mayhukian* — New red objects, resembling Herbig-Haro objects 104

ORGANIC CHEMISTRY

- A. T. Babayun, S. T. Kocharian, V. S. Voskanyan* — A new route for the synthesis of 2,5-dimethyl-5-oxy-2-cyclopentenon 49

GEOLOGY

- L. S. Melikian* — The geological peculiarities of the localization and the structural types of the ore bodies in the Zod ore deposit 108

PETROLOGY

A. A. Kusnetsov — The model of solidifying of complex — built intrusive bodies. 55

USEFUL MINERALS

K. M. Mouradian — On the ring diamond-bearing structures of the Bazum ore district in the Akera-Sevan-Amasia structural-formattonal metallogenic belt of Minor Caucasus 235

BIOCHEMISTRY

S. S. Alexanian, A. A. Galoyan, F. E. Putlina — The influence of the neurohormone „C„ on the isocitrate—hydrogenase activity and on the contents of citric acid in the heart and other organs 52

E. G. Sarukhanian, N. P. Kirpichnikova, R. M. Nalbandian — Extract of plastocyanin and ferredoxin from lucerne 112

A. A. Galoyan — About the chemical structure and organotropic activity of Hypothalamus Polypeptide 116

A. A. Galoyan, A. S. Kirakosova, G. A. Saribekian, T. Ch. Murukhan — About the influence of cardiotropic neurohormones on the cAMP-dependent protein kinase 242

S. P. Munjikhan, A. S. Kirakosova, A. A. Galoyan — The influence of the neurohormone „C“ and somatostatin on the kallikrein—kinine system of the blood plasma in bats 291

A. S. Kirakosova, G. A. Saribekian, T. Ch. Murukhan, A. A. Galoyan — About the cAMP dependent protein kinase from bovine brain and the inhibiting of its activity 295

PLANT PHYSIOLOGY

Kh. K. Khazhaktan, M. Kh. Chailakhian — Influence of phytohormones and inhibitors on growth and flowering of photoperiodically neutral tobacco plant Trapezond. 122

V. O. Kazarian, E. V. Avakian — About the influence of light intensity on the daily amplitude of the exchange of ash elements in leaves of Robinia pseudoacacia 246

ENTOMOLOGY

S. M. Iablokoff-Khuzorian — A new species of ladybeetles from India (Coleoptera, Coccinellidae) 61

S. M. Sarkisian, S. A. Khachatryan — The phenocritical period of antennae formation in silkworm moths 252

S. M. Iablokoff-Khuzorian — A new species of Curculionid—beetles Apton from Armenia (Coleoptera, Curculinidae) 303

MORPHOLOGY

T. S. Ahglintzian, Dj. A. Martirosian — An electron microscope study of axo-axonal synapses in the red nucleus of the cat 316

