

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Յ Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

LIX, № 5

1974

Խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Է. Գ. ԱՆՐԻԿՅԱՆ, կենսաբանական գիտությունների դոկտոր, Ա. Ք. ԲԱՐԱՏՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Ա. ՔԱՍԱՑՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Վ. Մ. ԽԱՌԱՆՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Վ. Հ. ՀԱՄՐԱՐՁՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ (պատ. խմբագրի տեղակալ), Ա. Հ. ՄԻՐՋՈՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, **Ա. Ա. ՄԿՐՅՅՅԱՆ**, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագիր), Օ. Մ. ՍԱԳՈՆՋՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Մ. Լ. ՏՈՐ-ՄԻՔԱԵԼԿՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ:

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

Ր Ո Վ Ա Ն Ի Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Ո ԱԹԵՄԵՍԻԿԱ

Ս. Մ. Մելիքյան—Պսևդոթվերի կենսաբույսաբանական տրանսֆերիտ հիերարխիա 257

ՄԻՆԵՐԱԿԱ

Է. Վ. Քերոսեկյան, Վ. Յ. Գնունի—Սեզոնային փոփոխությունները սալի ամրությունների և սալի քայքայման արագության վերաբերյալ 261

ԱՌԱՋԻՆԱԿԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՏԵՄԵՐԱԿԱ

Է. Խ. Գրիգորյան—Անվերջ երկար վերադարձի կենսաբանական հարմարեցումների փոփոխությունները և դրանց առաջնությունները 269

ԷԻՆԻՏԻՆԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ

Ս. Ա. Սմիռնով—Էլեկտրոնային կառուցվածքի և քիմիական ձևափոխությունները 265

ՏԻՋԻԿԱ

Ի. Մ. Ավագյանց, Ռ. Ս. Քարսեղյան, Ս. Վ. Մյունասյուն—Նիկելի խառնուրդով սիլիցիումի հիման վրա ստեղծված P^+ — N — N^+ տիպի դիֆուզիոն սարքերի հետազոտությունները 274

ԲՈՒՄԻՆԱԿԱՆ ՏԻՋԻԿԱ

Ի. Տ. Մայրասյան, Ս. Ս. Ժուրկին, Ն. Ն. Տունիցկի—Ուղիղ և հակադարձ երկրորդային իոն-մոլեկուլային ռեակցիաներ D_2^+ , ArD^+ , N_2D^+ իոնների մասնակցությամբ 281

ՓԱՅՏԱՆՏՈՒԹՅԱՆ ԿԵՄԻՍՏԻՍՏԻԿԱ

Գ. Ա. Արզումանյան—Մամլված փայտանյութի կոպիտ լուծույթի հեղուկ կլանումը 286

ՌԻՍԻՄԵՐԱ

Ա. Ս. Կիրակոսովա, Ս. Գ. Մանչիկյան, Ա. Ա. Կարսյան—Ներքառնային C_{2v} և C_{2h} սիմետրիայով ունեցող արյան պլազմայի կալցիում-կլորիդի սիստեմի վրա 291

ՍԻՋՈՒՏԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ս. Մ. Տարսիզով-Խեոբյան—Culicoidae-կարծրաթևերի նոր տեսակ Սախալին կղզուց (Insecta, Coleoptera) 295

ՏԻՋԻՈՒՆՈՒԹՅԱՆ

Ջ. Ա. Վահրամյան—Կլիմայի փոփոխության և կլորիդի կլանման արագության մասին 299

ԼՄԻՄԻՈՒԹՅԱՆ

Խ. Մ. Կարալովա—Հավի սաղմի ուղեղի և Գուրկինյանի բջիջների ցիտոքեմիական փոփոխությունները 303

Բովանդակություն LIX հատորի 300

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

С. М. Меликян—Конструктивные трансфинитные иерархии псевдочисел 257

МЕХАНИКА

Э. В. Белубекян, В. Ц. Гюни—О прочности продольной сжатой прямоугольной пластинки в закритической стадии 261

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

С. А. Смирнов—Дуальное преобразование электродинамики как каноническое 265

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Э. Х. Григорян—Передача гармонической сосредоточенной силы от струн-гера бесконечной длины к двум упругим полуплоскостям 269

ФИЗИКА

Г. М. Авакьянц, Р. С. Барсегян, С. В. Минасян—Исследование диффузионных $p^+ - p - p^-$ структур на основе кремния с примесью никеля 274

ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Р. Т. Малхасян, Е. С. Журкин, Н. Н. Тунцкий—Прямые и обратные вторичные ионно-молекулярные реакции с участием ионов D_2^+ , A_2D^+ и N_2D^+ 281

ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

Г. А. Арзуманян—Поглощение полярной жидкости древесинной, подвергнутой прессованию 286

БИОХИМИЯ

А. С. Кирикосова, С. П. Минджикян, А. А. Галоян—Действие нейрого르몬ов «С» и «К» на калликреин-кининовую систему плазмы крови крыс 291

ЭНТОМОЛОГИЯ

С. М. Яблоков-Хизорян—Новый представитель жесткокрылых — Satorpidae с острова Сахалин (Insecta, Coleoptera) 295

ФИЗИОЛОГИЯ

Э. А. Вограмян—О фоновой и вызванной активности нейронов передней лимбической коры 298

ЭМБРИОЛОГИЯ

Е. М. Карилова—Цитохимическое количественное исследование белков в клетках Пуркинье мозжечка эмбрионов кур в процессе дифференцировки 305

Содержание XIX тома 303

CONTENTS

	p
MATHEMATICS	
<i>M. M. Melikjan</i> — Constructive transfinite hierarchy of pseudonumbers	257
MECHANICS	
<i>E. V. Belubekjan, V. Ts. Gnuny</i> — The strength of longitudinal compressive rectangular plate in a post-critical state	261
ELECTRODYNAMICS	
<i>G. A. Smirnov</i> — Dual Conversion of Electrodynamics as Canonical	265
THEORY OF ELASTICITY	
<i>E. X. Grigorian</i> — Transfer of a harmonic concentrated force from a stringer of infinite length to two elastic semiplanes	269
PHYSICS	
<i>G. M. Avakants, R. S. Barsekjan, S. V. Minasian</i> — Diffusion p ⁺ — n — n ⁺ structure research based on silicon with an admixture of nickel	274
CHEMICAL PHYSICS	
<i>R. T. Malkhasjan, E. S. Zhurkin, N. N. Tuntski</i> — Straight and reverse secondary ion molecule reactions with the participation of D ₃ ⁺ , ArD ⁺ and N ₂ D ⁺ ions	281
WOODSCIENCE	
<i>G. A. Arzumanian</i> — Polar liquid absorption by wood subjected to pressing	286
BIOCHEMISTRY	
<i>A. S. Kirakosova, S. P. Manjikjan, A. A. Galoyan</i> — The effect of neurohormones „C” and „K” on the kallikrein-kinin system of rat blood plasma	291
ENTOMOLOGY	
<i>S. M. Yablokoff-Khuzorian</i> — A new species of coleoptera-catopidae from Sakhalin	295
PHYSIOLOGY	
<i>Z. A. Vahramian</i> — Background and evoked activity of neurons of the anterior limbic cortex	298
EMBRYOLOGY	
<i>E. M. Karalova</i> — Cytochemical quantitative investigations of the proteins in cerebellum Purkinje cells of chick embryo in differentiation	305
Content of LIX volume	309

Технический редактор Л. А. АЗИЗБЕКЯНИ

ВФ 04689 Подписано к печати 18/III 1975 г. Тираж 545. Изд. 4220. Заказ 893
 Формат бумаги 70X108¹/₁₆. Печ. л. 4,0. Бум. л. 2,0.
 Усл. печ. л. 5,6. Уч. изд. листов 4,29.

Типография Издательства АН Армянской ССР, г. Эчмиадзин

УДК 517.11

МАТЕМАТИКА

С. М. Меликян

Конструктивные трансфинитные иерархии псевдочисел

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. Н. Мергеляном 17/VI 1974)

В ряде разделов конструктивного математического анализа оказывается целесообразным рассмотрение числовых классов, более широких, чем класс конструктивных действительных чисел (см. (1) и (2) стр. 126). В связи с этим, вводится понятие псевдочисел, представляющих собой алгоритмически определяемые псевдосходящиеся в себе последовательности рациональных чисел (см. (2), стр. 127).

В этой статье рассматривается некоторое обобщение понятия псевдочисла. А именно, пусть O — система ординальных обозначений Клини (см. (2), стр. 268) и $v \in O$. С каждым e , где $e <_o v$ мы связываем класс конструктивных объектов $ПСП_e$ согласно следующим правилам:

1. $ПСП_e$ есть класс рациональных чисел.
2. Если e имеет вид $c +_o 1$, то $ПСП_e$ есть класс псевдосходящихся в себе алгоритмических последовательностей объектов из $ПСП_c$.
3. Если e является обозначением предельного ординала, то $ПСП_e = \bigcup_{c < e} ПСП_c$.

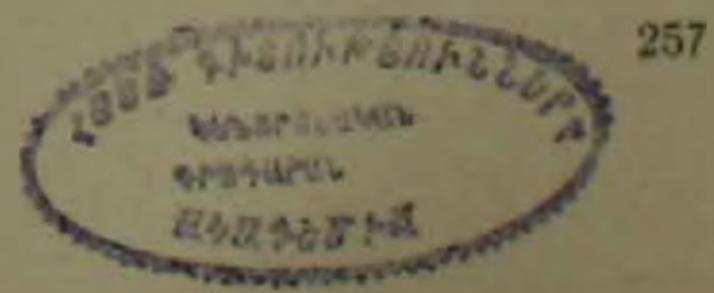
В этой иерархии, очевидно, класс обычно рассматриваемых псевдочисел (см. (2), стр. 127) соответствует классу $ПСП_e$.

Предполагается, что задано $v \in O$ и рассматриваются $e <_o v$. Доказывается, что (1) все классы $ПСП_e$ существенно различны при различных e , (2) при e , являющихся обозначениями предельных ординалов, эти классы в определенном смысле конструктивно счетны, а при непредельных — эффективно конструктивно несчетны.

Переходим теперь к точным формулировкам определений и утверждений.

Введем некоторые определения вспомогательных функций и предикатов.

Через $e_{x,y}$ обозначим показатель наивысшей степени $(i+1)$ -ого простого числа, на которую делится y (см. (4), стр. 60); $S(x,y)$, $l(x)$



и $r(x)$ — функции канторовской нумерации пар натуральных чисел (см. (4), стр. 63). Через $|e|$ обозначим частично-рекурсивную функцию, имеющую гедделен номер e (см. (3), стр. 303). Посредством $|e|(x)$ обозначим суждение „ $|e|$ определена в точке x “. O — клинневская система ординальных обозначений, и $<_0$ — предикат частичного упорядочения на O . (см. (3), стр. 268). Зафиксируем конструктивное взаимнооднозначное соответствие R между натуральными числами и рациональными числами. Пусть $R_2(n, m) = y$, где $R(y) = R(n) + R(m)$. Через φ, ψ, I, G, H , обозначим примитивно рекурсивные функции, такие что

$$\varphi(x) = \begin{cases} x, & \text{если } x=0 \text{ или } x=2k+1; \\ \varphi(e_{x_0}x) & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

$$\psi(x, y) = \begin{cases} \psi(x, e_{x_0}y) + 1, & \text{если } e_{x_0}y > x; \\ 0 & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

$$I(x) = y, \text{ где } r(y) = 2^{r(x)} \text{ \& } \forall z [|I(y)|(z) = x].$$

$$G(0, y) = y;$$

$$G(x, y) = I(G(x-1, y)).$$

$$H(x, y) = G(\psi(r(x), r(y)), x).$$

Через \leq_0 обозначим предикат, который определяется соотношением:

$$a \leq_0 b \Leftrightarrow a <_0 b \text{ или } a = b.$$

Частично-рекурсивная функция \max_0 определяется следующими условиями:

$$\max_0(x, y) = \begin{cases} x, & \text{если } y \leq_0 x; \\ y, & \text{если } x <_0 y. \end{cases}$$

Все суждения в дальнейшем понимаются конструктивно (см. (6)). Посредством P обозначим предикат, определенный следующими соотношениями:

$$P(v, 1, n, a, b) \Leftrightarrow v \in O \text{ \& } |r(a) - r(b) = 1| \text{ \& } |R(l(a)) - R(l(b))| \leq |R(n)|;$$

$$P(v, 2^d, n, a, b) \Leftrightarrow v \in O \text{ \& } 2^d \leq_0 v \text{ \& } ||r(a) = r(b) = 2^d \text{ \&}$$

$$\text{\& } \bigwedge \bigwedge \exists t \forall x |x \geq t \supset P(v, d, n, |l(a)|(x), |l(b)|(x))| \bigvee$$

$$\bigvee |r(b) = 2^d \text{ \& } r(a) <_0 2^d \text{ \& } ||\varphi(r(a)) = \varphi(r(b)) \text{ \&}$$

$$\text{\& } P(v, 2^d, n, H(a, b), b)| \bigvee [|\varphi(r(a)) \neq \varphi(r(b)) \text{ \&}$$

$$\text{\& } P(v, 2^d, n, C(a, \varphi(r(b))), b)|] \bigvee |r(a) = 2^d \text{ \& } r(b) <_0 2^d \text{ \&}$$

$$\text{\& } ||\varphi(r(b)) = \varphi(r(a)) \text{ \& } P(v, 2^d, n, a, H(b, a))| \bigvee$$

$$\bigvee [|\varphi(r(b)) \neq \varphi(r(a)) \text{ \& } P(v, 2^d, n, a, C(b, \varphi(a)))] \bigvee \bigvee \bigvee \bigvee.$$

$$P(v, 3 \cdot 5^d, n, a, b) \Leftrightarrow v \in O \text{ \& } 3 \cdot 5^d <_0 v \text{ \& } ||r(a) = r(b) =$$

$$= 3 \cdot 5^d \text{ \& } r(l(a)) <_0 3 \cdot 5^d \text{ \&}$$

$$\text{\& } r(l(b)) <_0 3 \cdot 5^d \text{ \& } P(v, \max_0(r(l(a)), r(l(b))), n, l(a), l(b))| \bigvee$$

$$\bigvee |r(b) = 3 \cdot 5^d \text{ \& } r(a) <_0 3 \cdot 5^d \text{ \& } P(v, 3 \cdot 5^d, n, C(a, 3 \cdot 5^d), b)| \bigvee$$

$$\forall \{r(a) = 3 \cdot 5^d \& r(b) <_0 3 \cdot 5^d \& P(v, 3 \cdot 5^d, n, a, C(b, 3 \cdot 5^d))\}.$$

В остальных случаях $P(v, d, n, a, b)$ ложно. Введем предикат P' :

$$P'(v, d, n, a, b) \stackrel{\text{def}}{=} \forall m [R(m) > 0 \supset P(v, d, R_2(n, m), a, b)].$$

Фактически физический смысл предиката $P'(v, d, n, a, b)$ состоит в том, что „расстояние“ между a и b не превосходит $|R(n)|$.

Определение классов ПСП_v^e (где предполагается, что $v \in O$ и $e \leq_0 v$) дается следующими соотношениями:

$$a \in \text{ПСП}_1^e \stackrel{\text{def}}{=} r(a) = 1.$$

$$a \in \text{ПСП}_{2^d}^e \stackrel{\text{def}}{=} r(a) = 2^d \& \forall x [|\ell(a)|(x) \& |\ell(a)|(x) \in \text{ПСП}_1^e] \&$$

$$\& \forall n \exists \exists! \forall x [x > 1 \supset P'(v, d, n, |\ell(a)|(x), |\ell(a)|(1))].$$

$$a \in \text{ПСП}_{3 \cdot 5^d}^e \stackrel{\text{def}}{=} r(a) = 3 \cdot 5^d \& r(\ell(a)) <_0 3 \cdot 5^d \& \ell(a) \in \text{ПСП}_{r(\ell(a))}^e.$$

Будем говорить, что a v -эквивалентно b ($a \sim_v b$), если:

$$a \in \text{ПСП}_{r(a)}^e \& b \in \text{ПСП}_{r(b)}^e \& \forall n P'(v, \max_0(r(a), r(b)), n, a, b).$$

Пусть $A \subseteq \text{ПСП}_v^e$ и $B \subseteq \text{ПСП}_v^e$. Будем говорить, что A v -эквивалентно B ($A \sim_v B$), если:

$$\forall x \exists \exists! \exists y [x \in A \supset y \in B \& x \sim_v y].$$

Пусть $A \subseteq \text{ПСП}_v^e$ и $B \subseteq \text{ПСП}_v^e$. Будем говорить, что A v -эквивалентно B ($A \sim_v B$), если:

$$A \subseteq B \& B \subseteq A.$$

Пусть $A \subseteq \text{ПСП}_v^e$. Будем говорить, что A v -эквивалентно рекурсивно перечислимо (A v -э. р. п.), если:

$$\exists B [B \subseteq \text{ПСП}_v^e \& B \text{ р. п.} \& A \sim_v B], \text{ где } B \text{ р. п.}$$

означает: „ B рекурсивно перечислимо“.

Пусть $A \subseteq \text{ПСП}_v^e$. Множество A назовем эффективно несчетным (кратко A э. н.), если существует частично-рекурсивная функция f , такая что

$$\forall e \forall x \forall y [|\ell(e)|(x) \& |\ell(e)|(x) \in \text{ПСП}_1^e \supset |f(e) \in A \& \neg f(e) \sim_v |\ell(e)|(y)|].$$

Теорема 1.

$$\forall v \forall d \forall e [v \in O \& e \leq_0 v \& d \leq_0 e \supset \text{ПСП}_d^e \subseteq \text{ПСП}_v^e].$$

Теорема 2.

$$\forall v \forall d \forall \lambda [v \in O \& d \neq 0 \& 2^d \leq_0 v \& A \subseteq \text{ПСП}_d^e \& A \text{ р. п.} \supset$$

$$\supset \exists x [x \in \text{ПСП}_d^e \& \forall y [y \in A \supset \neg x \sim_v y]].$$

Теорема 3.

$$\forall v \forall d [v \in O \& d \neq 0 \& 2^d \leq_0 v \supset \text{ПСП}_d^e \text{ э. н.}].$$

Теорема 4.

$$\forall v \forall d [v \in O \& 3 \cdot 5^d \leq_0 v \supset \text{ПСП}_{3 \cdot 5^d}^e \text{ } v\text{-э. р. п.} \& \text{ПСП}_1^{3 \cdot 5^d} \text{ } v\text{-э. р. п.}].$$

Теорема 5.

$$\forall v \forall x \exists y [|v \in O \& d <_0 v \& x \in \text{ПСП}_d^*] \supset [|y \in \text{ПСП}_d^* \& \neg |x \prec_0 y|].$$

Частный случай теоремы 5, при $d=2$ вытекает из статьи (¹), а в статье (²) доказывается частный случай теоремы 3, при $d=2$.

Автор выражает благодарность И. Д. Заславскому за ценные советы.

Вычислительный центр Академии наук Армянской ССР
и Ереванского государственного университета

Ս. Մ. ՄԵԼԻՔՅԱՆ

Փակոթվերի կոնստրուկտիվ տրանսֆինիտ հիերարխիա

Հնդհանրացվում է Պակոթվերի հասկացությունը և տրվում նրանց դասակարգումն ըստ կոնստրուկտիվ օրդինալների: Ստորին դասը ռացիոնալ թվերի բազմությունն է: Սահմանային օրդինալին համապատասխանող դասի էլեմենտը նախորդ դասերից որևէ մեկի էլեմենտ է, իսկ ոչ-սահմանային օրդինալին համապատասխանող դասի էլեմենտը նախորդ դասի էլեմենտների կոնստրուկտիվ պակոթուզամետ հաջորդականություն է:

Ապացուցվում է՝

1. դասերը խիստ ընդլայնվում են.
2. սահմանային օրդինալին համապատասխանող դասը որոշ իմաստով կոնստրուկտիվ հաշվելի է, իսկ ոչ-սահմանային դեպքում՝ էֆեկտիվորեն ոչ-հաշվելի:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ В. А. Лифшиц, О множестве нулей конструктивного степенного ряда в вещественной области, Записки научных семинаров ЛОМИ, 16, 114—125, Л., 1969. ² Б. А. Кушнер, Лекции по конструктивному математическому анализу, М., «Наука», 1973. ³ Х. Роджерс, Теория рекурсивных функций и эффективная вычислимость, «Мир», М., 1972. ⁴ А. Н. Мальцев, Алгоритмы и рекурсивные функции, М., «Наука», 1965. ⁵ С. Клини, Введение в метаматематику, ИЛ, М., 1957. ⁶ Н. А. Шанин, О конструктивном понимании математических суждений, Тр. Матем. ин-та им. В. А. Стеклова АН СССР, 52, 226—311, 1958. ⁷ В. Г. Жарон, Об одном аналоге теоремы Шпеккера, ДАН СССР, т. 215, № 3, 526—528, (1974). ⁸ И. В. Петри, Эффективная неперечислимость псевдо-чисел, Теория алгоритмов и математическая логика, М., ВЦ АН СССР, 143—147, 1974.

УДК 539.3

МЕХАНИКА

Յ. Վ. Белубекян, Վ. Շ. Գևուր

О прочности продольно сжатой прямоугольной пластинки
 в закритической стадии

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. А. Амбарцумяном 28/VI 1974)

В настоящей работе делается попытка показать возможность увеличения несущей способности или уменьшения веса пластинки, допускающей ее работу в закритической стадии (1-3). Из условия прочности определяются более выгодные значения допускаемых нагрузок или веса пластинки при прогибах, сравнимых с толщиной.

1. Пусть прямоугольная изотропная пластинка размерами $a \times b$, толщины h шарнирно оперта по контуру и подвергается действию сжимающих усилий P_1, P_2 в срединной поверхности.

Уравнения, характеризующие поведение пластинки после потери устойчивости плоской формы равновесия, имеют вид

$$\frac{1}{Eh} \Delta^2 F + \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 = 0, \quad (1.1)$$

$$\begin{aligned} D \Delta^2 w + P_1 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + P_2 \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} - \\ - \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} = 0, \end{aligned} \quad (1.2)$$

где обозначения общеприняты.

Напряжения в произвольной точке (x, y, z) пластинки в закритической стадии определяются по формулам

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{P_1}{h} + \frac{1}{h} \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} - \frac{Ez}{1-\nu^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right), \\ \sigma_y &= \frac{P_2}{h} + \frac{1}{h} \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} - \frac{Ez}{1-\nu^2} \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right), \\ \tau_{xy} &= -\frac{1}{h} \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} - \frac{Ez}{1-\nu^2} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}, \end{aligned} \quad (1.3)$$

$$\begin{aligned}\tau_{xz} &= \frac{1}{2} \frac{E}{1-\nu^2} \left(z^2 - \frac{h^2}{4} \right) \frac{\partial \Delta w}{\partial x}, \\ \tau_{yz} &= \frac{1}{2} \frac{E}{1-\nu^2} \left(z^2 - \frac{h^2}{4} \right) \frac{\partial \Delta w}{\partial y}.\end{aligned}\quad (1.4)$$

Пусть пластинка теряет устойчивость плоской формы с образованием m и n полуволи соответственно по направлениям x и y , поэтому естественно предполагать, что дальнейшее выпучивание произойдет по форме, близкой к этой.

Решение системы уравнений (1.1) и (1.2), удовлетворяющее условиям шарнирного опирания $v = w = 0$, $T_x = 0$, $M_x = 0$ при $x = 0$, $x = a$ и $\bar{u} = w = T_y = M_y = 0$ при $y = 0$, $y = b$, представляется в виде

$$w = w_{mn} \sin \lambda_m x \sin \mu_n y,$$

$$F = F_{mn} \sin \lambda_m x \sin \mu_n y, \quad \lambda_m = \frac{m\pi}{a}, \quad \mu_n = \frac{n\pi}{b}, \quad (1.5)$$

Использование метода Бубнова-Галёркина дает

$$\begin{aligned}w_{mn}^2 &= \frac{1}{\gamma_{mn}} \left(\lambda_m^2 P_1 + \mu_n^2 P_2 - K_{mn} \right), \\ F_{mn} &= -\frac{3}{32} \frac{ab}{\lambda_m \mu_n} \left(\lambda_m^2 P_1 + \mu_n^2 P_2 - K_{mn} \right),\end{aligned}\quad (1.6)$$

где

$$K_{mn} = D(\lambda_m^2 + \mu_n^2)^2, \quad \gamma_{mn} = \frac{519}{9} \frac{Eh}{a^2 b^2} \frac{\lambda_m^2 \mu_n^2}{(\lambda_m^2 + \mu_n^2)^2}.$$

Имея значения w_{mn} и F_{mn} (1.6), из формул (1.3), (1.4), в силу (1.5), можно получить окончательные выражения для напряжений.

Пусть $P_1 = P$, $P_2 = \chi P$, тогда из условия прочности

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{xz}^2)} = [\sigma]$$

при заданной толщине можно определить параметр нагрузки P или по заданному значению P можно найти h . Найденные значения следует сопоставить с

$$P_{кр} = \frac{K_{mn}}{\lambda_m^2 + \chi \mu_n^2} \quad \text{или} \quad h = \sqrt[3]{12 \frac{1-\nu^2}{E} \frac{\lambda_m^2 + \chi \mu_n^2}{(\lambda_m^2 + \mu_n^2)^2} \cdot P} \quad (1.7)$$

полученными из условия устойчивости плоской формы.

2. Рассмотрим конкретный пример. Пусть $a = b$, $\chi = 0$, тогда $m = n = 1$.

В качестве условия прочности, с запасом, принимается, что максимальное нормальное напряжение $\sigma_{max} \leq [\sigma]$.

Очевидно, что

$$\sigma_{max} = \sigma_x \left(\frac{a}{2}, \frac{a}{2}, \frac{h}{2} \right).$$

Определяя σ_{max} из (1.3), условие прочности запишется в виде

$$\frac{\pi^4}{32} \frac{E}{1-\nu^2} \left[\frac{32}{3\pi^2} \bar{P} \frac{1}{\delta} + \bar{P} \frac{1}{\delta} - \delta^2 + \delta \sqrt{6 \frac{1+\nu}{1-\nu} \left(\bar{P} \frac{1}{\delta} - \delta^2 \right)} \right] = [\sigma], \quad (2.1)$$

где

$$\bar{P} = \frac{3(1-\nu^2)}{\pi^2 a E} P, \quad \delta = \frac{h}{a}.$$

Из условия (2.1) при заданном \bar{P} можно определить параметр толщины δ , который следует сравнивать с $\delta_0 = \sqrt[3]{\bar{P}}$, полученным из условия устойчивости (1.7).

Для стальной пластинки ($E = 2 \cdot 10^6$ кг/см², $[\sigma] = 2 \cdot 10^3$ кг/см², $\nu = 0,3$) получается следующая таблица:

$10^6 \bar{P}$	8.0	1.2	0.60	0.45	0.30
$10^3 \delta_0$	2.0	1.1	0.84	0.77	0.67
$10^3 \delta$	2.0	1.0	0.67	0.50	0.40
w/h	0.99	1.2	1.9	2.7	3.2

Как видно из таблицы, вес тонких пластинок можно существенно уменьшить, допуская их работу в закритической стадии с удовлетворением условия прочности. При этом в новом изогнутом устойчивом положении равновесия пластинка принимает прогибы порядка $(2 + 3)h$.

При одной и той же толщине пластинки $\delta = \delta_0 = 0,67 \cdot 10^{-3}$, несущая способность пластинки увеличивается в два раза (от $\bar{P} = 0,3 \cdot 10^{-6}$ до $0,6 \cdot 10^{-6}$).

Для сравнительно толстых пластинок ($\delta = 2 \cdot 10^{-3} + 1 \cdot 10^{-2}$) выигрыш в весе незначителен.

Институт механики
Академии наук Армянской ССР

Է. Վ. ԹԱՆՈՒՆՅԱՆ, Վ. Ց. ԿՈՍՏԻ

Սեղմված ուղղանկյուն սալի ամբարշտումն և սկրիտիկական վիճակում

Աշխատանքում փորձ է արվում ցույց տալ սալի կրողունակության սեղմման կամ քաշի փոքրացման հնարավորությունը, թույլատրելով նրա աշխատանքը և սկրիտիկական վիճակում: Ամրության պայմանից որոշվում են սալի աշխատանքի ավելի նպաստավոր պայմաններ, թույլատրելով հաստությանը համեմատելի ճկվածքներ:

ЛИТЕРАТУРА — ҶРЦҶЦЪЛРРЭПР

¹ В. В. Болотин, Нелинейная теория упругой устойчивости «в большом» Сб. «Расчеты на прочность, вып. 3, Машгиз, М., 1958. ² А. С. Вольмир, Гибкие пластинки и оболочки, Гостехиздат, М., 1956. ³ В. Н. Феодосьев, Упругие элементы точного приборостроения, Оборонгиз, М., 1949.

УДК 53.01.45+537+538

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

С. А. Смирнов

Дуальное преобразование электродинамики как каноническое

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Г. Иосифьяном 21/VII 1974)

В работе (1) были введены две дуальных инверсно-сопряженных системы уравнений электродинамики (системы „Q“ и „Ф“):

$$\left. \begin{aligned}
 \operatorname{rot} E &= -\frac{\partial B}{\partial t} \\
 \operatorname{rot} H &= j + \frac{\partial D}{\partial t} \\
 \operatorname{div} B &= 0 \quad \operatorname{div} D = \rho_e \\
 B &= \operatorname{rot} A \\
 E &= -\frac{\partial A}{\partial t} - \nabla \varphi_e
 \end{aligned} \right\} (1a)$$

$$\left. \begin{aligned}
 \operatorname{rot} E^* &= \gamma + \frac{\partial B^*}{\partial t} \\
 \operatorname{rot} H^* &= -\frac{\partial D^*}{\partial t} \\
 \operatorname{div} B^* &= \rho_m \quad \operatorname{div} D^* = 0 \\
 D^* &= \operatorname{rot} K \\
 H^* &= -\frac{\partial K}{\partial t} - \nabla \varphi_m
 \end{aligned} \right\} (1б)$$

В настоящей работе показано, что эти системы связаны каноническим преобразованием, т. е. q и Φ по отношению друг к другу играют роль координат и соответствующих им импульсов.

Рассмотрим сначала систему „Q“. Ограничимся случаем однородной изотропной непроводящей среды без дисперсии. Функция Гамильтона указанной системы имеет вид

$$P_e = P_{e1} + P_{e2}, \quad P_{e1} = \sum_i |e_{ei} \varphi_e(R_i) + \sqrt{m_i^2 c^4 + c^2 (P_i - e_{ei} A(R_i))^2}|.$$

$$P_{e2} = \frac{1}{2} \int dx (ED + HB). \quad (2)$$

Здесь P_i — импульс, R_i — радиус-вектор частицы с массой m_i и зарядом $e_{ei} \cdot F$. Мы будем использовать кулоновскую калибровку для потенциала: $\operatorname{div} A = 0$.

Поле можно считать периодическим для куба с ребром L и использовать дискретное импульсное представление

$$A(x, t) = \frac{1}{L^3} \sum_{l=1,2} \sum_{\lambda} q_{\lambda l}(t) A_{\lambda l}(x), \quad A_{\lambda l}(x) = \frac{1}{\sqrt{\epsilon}} e_{\lambda l} e^{i k_{\lambda} \cdot x} \quad (3)$$

$k_{\lambda} = \frac{2\pi}{L} (l, m, n)$; l, m, n — целые числа, $\lambda = (l, m, n)$, $(e_{\lambda l}, k_{\lambda}) = 0$, $(e_{\lambda l}, e_{\lambda' l'}) = \delta_{ll'}$.

В кулоновской калибровке роль потенциала φ_e сводится к мгновенному кулоновскому взаимодействию частиц ⁽²⁾, и он не приводит к появлению новых степеней свободы.

Из (2) и (3) имеем выражение для гамильтониана поля

$$P_e = P_{el} + \frac{1}{2} \sum_{l=1,2} \sum_{\lambda} (\dot{q}_{\lambda l}^2 + \omega_{\lambda}^2 q_{\lambda l}^2),$$

$$\omega_{\lambda}^2 = \frac{k_{\lambda}^2}{\epsilon \mu}.$$

В отсутствие зарядов и токов поле полностью описывается гамильтонианом

$$P_e = \frac{1}{2} \sum_{l=1,2} \sum_{\lambda} (p_{\lambda l}^2 + \omega_{\lambda}^2 q_{\lambda l}^2), \quad (4)$$

которому соответствуют уравнения движения

$$\dot{p}_{\lambda l} = \dot{q}_{\lambda l}, \quad \dot{q}_{\lambda l} = -\omega_{\lambda}^2 q_{\lambda l}, \quad \ddot{q}_{\lambda l} + \omega_{\lambda}^2 q_{\lambda l} = 0$$

(т. е. поле распадается на осцилляторы). К аналогичному распаденню поля на осцилляторы приводит использование лоренцевской калибровки, так что выбор кулоновской калибровки для нас не существен. Отметим также, что эти две калибровки связаны каноническим преобразованием, происходящая функция которого приведена в ⁽²⁾.

В координатном представлении P_e имеет вид

$$P_e = \frac{1}{2} \int dx \left\{ \frac{\pi^2(x, t)}{\epsilon \mu} + [\text{rot} \bar{A}(x, t)]^2 \right\}, \quad (5)$$

где π — обобщенный импульс, \bar{A} — обобщенная координата,

$$\pi = -\frac{\bar{E}}{c} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial \bar{A}}{\partial t},$$

$$\bar{H} = \text{rot} \bar{A}, \quad \bar{C} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}}, \quad \bar{A} = \frac{A}{\sqrt{\mu}}, \quad \bar{E} = E \sqrt{\epsilon} = D / \sqrt{\epsilon}, \quad \bar{H} = H \sqrt{\mu} = B / \sqrt{\mu}.$$

$$\text{div} \bar{A} = 0.$$

Для (4) можно рассмотреть каноническое преобразование

$$p'_{\lambda l} = p_{\lambda l} \cos \Theta - q_{\lambda l} \omega_{\lambda} \sin \Theta, \quad q'_{\lambda l} = q_{\lambda l} \cos \Theta + \frac{p_{\lambda l}}{\omega_{\lambda}} \sin \Theta.$$

Оно порождается следующей производящей функцией $Q(q, q')$ ($p =$

$$= \frac{\partial Q}{\partial q}, \quad p' = -\frac{\partial Q}{\partial q'});$$

$$Q(q_{\mu}, q'_{\mu}) = \frac{-1}{\sin \Theta} \sum_{\mu, \nu} \omega_{\mu\nu} \left| \frac{q_{\mu}^2 + q'_{\nu}^2}{2} \cos \Theta - q_{\mu} q'_{\nu} \right|.$$

В координатном представлении производящая функция и преобразование имеют вид

$$Q(\bar{A}, \bar{A}') = \frac{-1}{2c \sin \Theta} \int dx \left| (\bar{A} \operatorname{rot} \bar{A} + \bar{A}' \operatorname{rot} \bar{A}') \cos \Theta - (\bar{A} \operatorname{rot} \bar{A}' + \bar{A}' \operatorname{rot} \bar{A}) \right|$$

$$\left(\pi = \frac{\delta Q(\bar{A}, \bar{A}')}{\delta \bar{A}}, \quad \pi' = -\frac{\delta Q(\bar{A}, \bar{A}')}{\delta \bar{A}'}, \quad p = p' \right)$$

$$\bar{E}' = -\pi' c = -\pi c \cos \Theta + \operatorname{rot} \bar{A} \sin \Theta = \bar{E} \cos \Theta + \bar{H} \sin \Theta$$

$$\bar{H}' = \operatorname{rot} \bar{A}' = \pi c \sin \Theta + \operatorname{rot} \bar{A} \cos \Theta = -\bar{E} \sin \Theta + \bar{H} \cos \Theta. \quad (6)$$

В вакууме (6) представляет собой дуальное преобразование обычного вида. (см., например (3)). Таким образом, нам удалось произвести дуальный поворот с помощью канонического преобразования.

В частном случае $\Theta = -\frac{\pi}{2}$ преобразование

$$q'_{\mu} = \frac{p_{\mu}}{\omega_{\mu}}, \quad p'_{\mu} = -q_{\mu} \omega_{\mu}$$

соответствует переходу от системы „Q“ к системе „Ф“

$$D^* = \operatorname{rot} K, \quad H^* = -\frac{\partial K}{\partial t}.$$

Если в системе „Q“ можно ввести взаимодействие поля с электрическими зарядами и токами (2), то система „Ф“ позволяет описать взаимодействие поля с магнитными зарядами и токами

$$P_m = \sum (e_{mi} \dot{z}_m(R_i) + \sqrt{m_i^2 c^4 + c^2 (P_i - e_{mi} K_i(R_i))^2}) + \frac{1}{2} \int dx (E^* D^* + H^* B^*).$$

Соответствующие лагранжианы имеют вид

$$L_e = \int dx \left\{ -\rho_e \dot{z}_e + jA + \frac{ED - HB}{2} \right\}, \quad L_m = \int dx \left\{ -\rho_m \dot{z}_m + jK + \frac{H^* B^* - E^* D^*}{2} \right\}. \quad (7)$$

Таким образом мы видим, что (в соответствии с (1)) в электродинамике естественно рассматривать две равноправные системы (1a) и (1б). Эти системы эквивалентны только в отсутствие зарядов и токов. Система „Q“ описывает взаимодействие поля с электрическими зарядами и токами, а „Ф“ — с магнитными. Поэтому одни электромагнитные явления удобнее исследовать в системе „Q“, а другие — в системе „Ф“. При рассмотрении электромагнитного осциллятора (идеаль-

ного колебательного контура) можно пользоваться обеими системами (1). Подробный сравнительный анализ этих систем дан в (1). Совместное использование двух систем дает более полное описание электромагнитных явлений.

вопрос рассматривается в (1²).

Интересно рассмотреть квантование в таком формализме. Этот Автор выражает благодарность Н. П. Коноплевой и И. В. Тюнину за полезные обсуждения.

Всесоюзный научно-исследовательский
институт электромеханики

И. И. ПИГОРЕЦ

Էլեկտրադինամիկայի կանոնային երկձևային ձևափոխությունը

Սույն աշխատանքում ցույց է տրված, որ երկու դիֆերենցիալ հավասարումների սիստեմները Q և Φ սարածությունների համար կապված են իրար հետ կանոնային ձևափոխություններով, որոնց մեջ Q և Φ մեծություններն իրար նկատմամբ արտահայտում են կոորդինատներ և համապատասխան իմպուլսներ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. Г. Иосифьян, ДАН Арм.ССР, т. 51, 1 (1970). ² В. Гайтлер, Квантовая теория излучения, ИЛ, М., 1956. ³ В. И. Стражев, Вестн АН БССР, № 5, 72 (1971); В. И. Стражев, Л. М. Томильчик, ЭЧАЯ, т. 4, 187 (1973). ⁴ А. Г. Иосифьян, ДАН Арм.ССР, т. 55, 98 (1972); Elektrotechnicky Obzor, 61, 521 (1972). ⁵ А. Г. Иосифьян, ДАН Арм.ССР, т. 57, 232 (1973).

УДК 539.3

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Э. Х. Григорян

Передача гармонической сосредоточенной силы от струнгера
 бесконечной длины к двум упругим полуплоскостям

(Представлено академиком АН Армянской ССР Н. Х. Арутюняном 10/VII 1974)

В настоящей статье рассматривается динамическая контактная задача о передаче гармонической сосредоточенной силы к двум полуплоскостям, сцепленным между собой вдоль своих границ упругой накладкой бесконечной длины. Решение исследуемой задачи сводится к решению системы интегральных уравнений, замкнутое решение которой строится при помощи преобразования Фурье. Кроме того, получены асимптотические формулы для напряжений, содержащие в явном виде порции расширяющих и искажающих волн.

1. *Постановка задачи. Вывод разрешающего уравнения.* Пусть две упругие полуплоскости, с одинаковыми физическими константами, сцеплены между собой вдоль своих границ упругой бесконечной накладкой малой толщины h (рис. 1). Требуется определить законы распределения контактных напряжений на линии соединения накладки с упругими полуплоскостями, когда в центре накладки действует гармоническая горизонтальная сосредоточенная сила $P\delta(x)\sin\omega t$. Для простоты вычислений в дальнейшем эту силу возьмем в виде $P\delta(x)e^{-i\omega t}$. Оче-

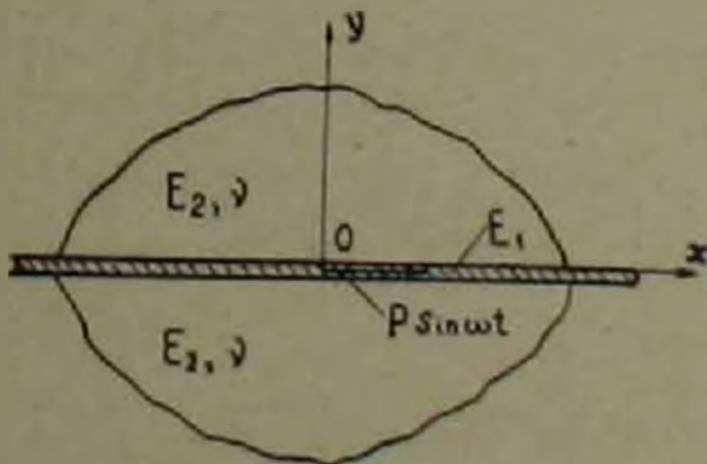


Рис. 1

видно, что мнимая часть с обратным знаком решения обсуждаемой задачи, построенного для случая силы указанного вида, представляет собой интересующее нас решение. Вследствие малости толщины накладки считается, что ее толщина в процессе деформации не изменя-

ется, что приводит к условию постоянства вертикальных перемещений граничных точек упругих полуплоскостей, а под действием только горизонтальных сил накладка находится в одноосном напряженном состоянии ^(1,2). Отсюда вытекает, что амплитуда горизонтальных перемещений точек накладки будет удовлетворять уравнению ⁽³⁾

$$\frac{d^2 u^{(1)}(x)}{dx^2} + k^2 u^{(1)}(x) = \frac{2\tau_0(x)}{E_1 h} - \frac{P}{E_1 h} \delta(x), \quad k = \omega \sqrt{\frac{\rho_1}{E_1}}, \quad |x| < \infty, \quad (1.1)$$

где $\tau_0(x)$ — амплитуда неизвестных тангенциальных контактных напряжений, E_1 — модуль упругости материала накладки, ρ_1 — плотность материала накладки. Кроме того, согласно сказанному для вертикальных перемещений будем иметь условие

$$v^{(1)}(x) = 0, \quad |x| < \infty \quad (1.2)$$

Рассматривая установившиеся колебания накладки, положим

$$u^{(1)}(x, t) = u^{(1)}(x) e^{-i\omega t}, \quad \tau(x, t) = \tau_0(x) e^{-i\omega t}, \quad v^{(1)}(x, t) = v^{(1)}(x) e^{-i\omega t}.$$

Поступая совершенно аналогично тому, что было сделано в работе ⁽³⁾, для амплитуд горизонтальных и вертикальных перемещений точек границы упругой полуплоскости, когда на границе полуплоскости одновременно действуют горизонтальные и вертикальные гармонические силы, с интенсивностями амплитуд $\tau_0(x)$ и $q_0(x)$ соответственно, можно получить следующие выражения:

$$u^{(2)}(x) = -\frac{1}{\mu_2} \int_{-\infty}^{\infty} K(|x-s|) \tau_0(s) ds + \frac{1}{\mu_2} \int_{-\infty}^{\infty} \Pi(x-s) q_0(s) ds,$$

$$v^{(2)}(x) = -\frac{1}{\mu_2} \int_{-\infty}^{\infty} K^*(|x-s|) q_0(s) ds - \frac{1}{\mu_2} \int_{-\infty}^{\infty} \Pi(x-s) \tau_0(s) ds,$$

где

$$K(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{k_2^2 \sqrt{\sigma^2 - k_2^2} e^{-i\sigma x} d\sigma}{(2\sigma^2 - k_2^2)^2 - 4\sigma^2 \sqrt{(\sigma^2 - k_1^2)(\sigma^2 - k_2^2)}},$$

$$K^*(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{k_2^2 \sqrt{\sigma^2 - k_1^2} e^{-i\sigma x} d\sigma}{(2\sigma^2 - k_2^2)^2 - 4\sigma^2 \sqrt{(\sigma^2 - k_1^2)(\sigma^2 - k_2^2)}},$$

$$\Pi(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{i\sigma [2\sigma^2 - k_2^2 - 2\sqrt{(\sigma^2 - k_1^2)(\sigma^2 - k_2^2)}] e^{-i\sigma x} d\sigma}{(2\sigma^2 - k_2^2)^2 - 4\sigma^2 \sqrt{(\sigma^2 - k_1^2)(\sigma^2 - k_2^2)}}.$$

$$k_1 = \omega \sqrt{\frac{\rho_2}{\lambda_2 + 2\mu_2}}, \quad k_2 = \omega \sqrt{\frac{\rho_2}{\mu_2}}, \quad |x| < \infty,$$

$q_0(x)$ — амплитуда нормальных контактных напряжений, λ_2, μ_2 — посто-

янные Ляме, ρ_2 — плотность материала полуплоскости.

Теперь заметим, что на линии соединения накладки с полуплоскостью должно выполняться условие

$$u^{(1)}(x) = u^{(2)}(x), \quad v^{(1)}(x) = v^{(2)}(x),$$

которое в сочетании с уравнением (1.1) и условием (1.2) задачу определения амплитуд $\tau_0(x)$ и $q_0(x)$ неизвестных напряжений сводит к решению системы интегральных уравнений

$$\int_{-\infty}^{\infty} \left[K(|x-s|) + \frac{\lambda}{2ki} e^{i\lambda|x-s|} \right] \tau_0(s) ds - \int_{-\infty}^{\infty} \Pi(x-s) q_0(s) ds = \frac{iP}{2ki} e^{i\lambda|x|} \quad (1.3)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} K(|x-s|) q_0(s) ds + \int_{-\infty}^{\infty} \Pi(x-s) \tau_0(s) ds = 0, \quad \lambda = \frac{v_2}{E_1 h}, \quad |x| < \infty.$$

2. Решение системы интегральных уравнений (1.3). Применяя к обеим частям системы (1.3) преобразование Фурье и используя свойство свертки, получаем систему алгебраических уравнений относительно $\bar{\tau}_0(\sigma)$ и $\bar{q}_0(\sigma)$, где $\bar{\tau}_0(\sigma)$ и $\bar{q}_0(\sigma)$ преобразования Фурье функций $\tau_0(x)$ и $q_0(x)$ соответственно. Из этой системы уравнений, получаем

$$\bar{\tau}_0(\sigma) = -iP \frac{k_2^2 \sqrt{\sigma^2 - k_1^2}}{(\sigma^2 - k^2) \left[\sqrt{(\sigma^2 - k_1^2)(\sigma^2 - k_2^2)} - \sigma^2 \right] - 2k_2^2 \sqrt{\sigma^2 - k_1^2}}, \quad (2.1)$$

$$\bar{q}_0(\sigma) = iP \frac{i\sigma \left[2\sigma^2 - k_2^2 - 2\sqrt{(\sigma^2 - k_1^2)(\sigma^2 - k_2^2)} \right]}{(\sigma^2 - k^2) \left[\sqrt{(\sigma^2 - k_1^2)(\sigma^2 - k_2^2)} - \sigma^2 \right] - 2k_2^2 \sqrt{\sigma^2 - k_1^2}}$$

Очевидно, что знаменатели в выражении функций $\bar{\tau}_0(\sigma)$ и $\bar{q}_0(\sigma)$ не имеют корней, обусловленных существованием поверхностных волн, так как существование этих волн объясняется наличием свободной границы, которая отсутствует в разбираемом случае. Следовательно на границе раздела полуплоскостей с одинаковыми упругими свойствами будут проходить волны расширения и искажения.

Отметим, что $\tau_0(x)$ и $q_0(x)$ будут выражаться следующими формулами:

$$\tau_0(x) = -\frac{iP}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{k_2^2 \sqrt{\sigma^2 - k_1^2} e^{-i\sigma x} d\sigma}{(\sigma^2 - k^2) \left[\sqrt{(\sigma^2 - k_1^2)(\sigma^2 - k_2^2)} - \sigma^2 \right] - 2k_2^2 \sqrt{\sigma^2 - k_1^2}},$$

$$q_0(x) = \frac{iP}{\pi 2} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{i\sigma \left[2\sigma^2 - k_2^2 - 2\sqrt{(\sigma^2 - k_1^2)(\sigma^2 - k_2^2)} \right] e^{-i\sigma x} d\sigma}{(\sigma^2 - k^2) \left[\sqrt{(\sigma^2 - k_1^2)(\sigma^2 - k_2^2)} - \sigma^2 \right] - 2k_2^2 \sqrt{\sigma^2 - k_1^2}}$$

Поступая таким же образом, как в работе [3], для $\tau_0(x)$ и $q_0(x)$ получаем следующие асимптотические представления при больших x :

$$\tau_0(x) = -\frac{iP}{|x|^{3/2}} \left[T_0 \exp i \left(k_1|x| + \frac{\pi}{4} \right) + T_e \exp i \left(k_2|x| + \frac{\pi}{4} \right) \right],$$

$$q_0(x) = -\frac{iP}{x|x|^{1/2}} \left\{ \sqrt{|Q_0^{(1)}|^2 + |Q_0^{(2)}|^2} \exp i \left[k_1|x| + \frac{\pi}{4} - \operatorname{arctg} \frac{Q_0^{(2)}}{Q_0^{(1)}} \right] + Q_e \exp i \left(k_2|x| + \frac{3\pi}{4} \right) \right\} \quad |x| \rightarrow \infty$$

Здесь

$$T_0 = -\frac{k_2^2 \sqrt{2k_1}}{\sqrt{\pi} k_1^2 (k_1^2 - k^2)}, \quad T_e = -\frac{(k_2^2 - k^2)(k_2^2 - k_1^2)}{\sqrt{2\pi} k_2 k_1 (k_2^2 - k^2 + 2i \sqrt{k_2^2 - k_1^2})^2}$$

$$Q_0^{(1)} = \frac{k_2^2 \sqrt{k_2^2 - k_1^2}}{\sqrt{\pi} k_1^2 \sqrt{2k_1} (k_1^2 - k^2)}, \quad Q_0^{(2)} = \frac{i(k_2^2 - 2k_1^2)}{\sqrt{\pi} k_1^2 \sqrt{2k_1} (k_1^2 - k^2)^2}$$

$$Q_e = \frac{\sqrt{k_2^2 - k_1^2} (k_2^2 - k^2 + 4i \sqrt{k_2^2 - k_1^2})}{2\sqrt{2\pi} k_2 (k_2^2 - k^2 + 2i \sqrt{k_2^2 - k_1^2})^2}$$

Отметим, что всегда имеется в виду; что $k_1 > k$. В общем случае, когда $k_1 = k$, имеем

$$q_0(x) = -iP \left\{ \bar{Q}_0 \frac{\operatorname{sign} x}{|x|^{1/2}} \exp i \left(k_1|x| + \frac{\pi}{4} + \frac{\sqrt{|B_0^{(1)}|^2 + |B_0^{(2)}|^2}}{x|x|^{1/2}} \right) \times \right.$$

$$\left. \times \exp i \left(k_1|x| + \frac{\pi}{4} - \operatorname{arctg} \frac{B_0^{(2)}}{B_0^{(1)}} \right) + Q_e \frac{1}{x|x|^{1/2}} \exp i \left(k_2|x| + \frac{\pi}{4} \right) \right\}$$

при $|x| \rightarrow \infty$,

$$\tau_0(x) = -\frac{iP}{|x|^{3/2}} \left[\bar{T}_0 \exp i \left(k_1|x| + \frac{\pi}{4} \right) + \bar{T}_e \exp i \left(k_2|x| + \frac{\pi}{4} \right) \right].$$

Здесь

$$B_0^{(1)} = \frac{k_1^2 \sqrt{k_2^2 - k_1^2} (k_2^2 - 4k_1^2)}{4\sqrt{2\pi} k_1 i^2 k_2^2}$$

$$B_0^{(2)} = \frac{i^2 k_1^2 (3k_2^2 - 22k_1^2) - 2k_1^0 (2k_1^2 - k_2^2)}{16\sqrt{2\pi} k_1 i^2 k_2^2}$$

$$\bar{T}_0 = \frac{k_1^{3/2}}{2\sqrt{2} i^2 k_2^2}, \quad \bar{T}_e = \frac{k_1^2 - k_2^2}{k_2^{3/2} \sqrt{2\pi} (k_2^2 - k_1^2 + 2i)^2}$$

Поскольку величины тангенциальных и нормальных контактных напряжений являются мнимыми частями с обратными знаками от функций

$$z(t, x) = z_+(x)e^{-i\omega t}, \quad q(t, x) = q_+(x)e^{-i\omega t},$$

то для них получим следующие асимптотические выражения при больших x

$$-\operatorname{Im} z(t, x) = \frac{\lambda P}{|x|^{3/2}} \left[T_v \cos\left(\omega t - k_1|x| - \frac{\pi}{4}\right) + T_e \cos\left(\omega t - k_2|x| - \frac{\pi}{4}\right) \right],$$

$$-\operatorname{Im} q(t, x) = \frac{\lambda P}{x|x|^{1/2}} \left\{ \sqrt{|Q_v^{(1)}|^2 + |Q_v^{(2)}|^2} \cos\left[\omega t - k_1|x| - \frac{\pi}{4} + \operatorname{arctg} \frac{Q_v^{(2)}}{Q_v^{(1)}}\right] + Q_e \cos\left(\omega t - k_2|x| - \frac{\pi}{4}\right) \right\} \text{ при } k_1 > k.$$

Аналогичную формулу можно получить также для случая $k_1 = k$.

Пользуясь случаем, выражаю свою искреннюю признательность академику АН Армянской ССР Н. Х. Арутюняну за предложенную задачу и ценные указания.

Институт механики
Академии наук Армянской ССР

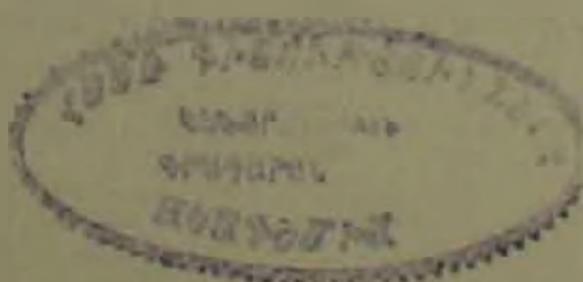
Է. Խ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Անվերջ երկար վերադիրից կենտրոնացած հարմոնիկ ուժի փոխանցումն երկու առածգական կիսահարթություններին

Դիտարկվում է դինամիկական կենտրոնացումը խնդիր երկու կիսահարթություններին կենտրոնացած հարմոնիկ ուժի փոխանցման մասին, որոնք իրենց եզրագծերի երկայնքով միակցված են միմյանց հետ անվերջ երկարությամբ առածգական վերադիրի միջոցով: Հետազոտվող խնդրի լուծումը բերվում է ինտեգրալ հավասարումների սխեմայի լուծմանը, որի փակ լուծումը կառուցվում է Ֆուրյեի ձևափոխության օգնությամբ: Բացի դրանից, ստացված են ասիմպտոտիկ քանաձևեր լարումների համար, որոնք բացահայտվում են սխեմայի լուծմանը և աղավաղման ալիքների բաժինները:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ E. Melan, Ingt-Arch., Bd 3, № 2, S. 123 (1932). ² H. Bufler, VDI-Forschungsheft 485, Beilage zu „Forschung auf dem Gebiete des Ingenieurwesens“, Ausgabe B, Band 27, 5-44 (1961). ³ Э. Х. Григорян, МТТ, вып. 5 (1972).



УДК 621.382.8

ФИЗИКА

Чл.-корр. АН Армянской ССР Г. М. Авакьянц, Р. С. Барсегян, С. В. Минасян

Исследование диффузионных $p^+ - n - n^+$ структур на основе кремния с примесью никеля

(Представлено 9/VII 1974)

Электрофизические свойства $p^+ - n - n^+$ структур из кремния с примесью никеля, изготовленных сплавлением алюминия с одной стороны и сплава $Au + 0,1\% Sb$ с другой, изучены в (¹⁻³).

В работе (⁴) были исследованы такие приборы, изготовленные в виде диодных матриц методом микросплавной технологии.

В этих работах было отмечено, что диоды с напряжениями срыва (V_{cp}) $\sim 4-8$ в более стабильны к изменению температуры. Однако обратные токи у приборов, изготовленных методом сплавной технологии, были весьма значительные.—при напряжении $15-20$ в порядке величины тока срыва. Большие величины обратных токов, обусловлены образованием различных типов утечек, при изготовлении приборов. С практической точки зрения, в частности, для устранения утечек представляет интерес получение компенсированного кремния с примесью никеля и $p - n$ перехода на основе диффузии бора в едином технологическом цикле.

В данной работе излагается технология получения и результаты исследований свойств диодных структур с S -образной вольт-амперной характеристикой (ВАХ). Диоды были изготовлены диффузионной технологией. Использовался кремний n -типа с удельным сопротивлением $60-100$ ом см и толщиной $350-400$ мкм. Компенсировать кремний с удельным сопротивлением ниже 25 ом см не удалось, видимо потому, что концентрация электрически активных атомов никеля составляет $0,01\%$ от максимальной растворимости никеля в кремнии.

После соответствующей механической и химической обработок на одной стороне пластины электролитическим способом наносился никель, а на другой стороне — борный ангидрид (B_2O_3), растворенный в спирте. Диффузия производилась в откаченной до $10^{-3}-10^{-4}$ мм ртутного столба и впоследствии запаянной кварцевой ампуле в интервале температур $1100-1150^\circ C$.

Время диффузии варьировалось в пределах от 5 до 7 часов. После

окончания процесса диффузии пластины шлифовались со стороны где был нанесен никель (150—200 мкм) до тех пор, пока не открывалась область равномерного распределения никеля по толщине образца. Для удаления фазы Si—B с поверхности, пластины либо травились в HF: HNO₃: CH₃COOH=1:2:6, либо 10 мин кипятились в концентрированном HNO₃ и затем в течение 30 сек травились в разбавленной HF(1:10). Глубина залегания p—слоя, измерялась методом косого шлифа и составляла 10—15 мкм, поверхностная концентрация бора была достаточна для обеспечения омичности контакта, при осаждении металла (никель). Для создания омического контакта к n—области, на пластине химически осаждался никель, легированный фосфором. При последующем отжиге (600°C 30—60 сек) фосфор, присутствующий в слое никеля, диффундировал в кремний, образуя n⁺ слой. Затем на образцах осаждался дополнительный слой никеля с обеих сторон для пайки выводов, после чего пластины разрезались на образцы с размерами ~0,5×0,5 мм.

Полученные таким образом p⁺—n—n⁺ структуры с толщиной базы 150±180 мкм и площадью контактов ~25×10⁻⁴ см² обладали S—образной вольт-амперной характеристикой в пропускном направлении.

Удельное сопротивление кремния, компенсированного никелем методом одновременной диффузии (никель и бор) составляло ~6÷10 ком см. Когда диффузия проводилась без наличия в ампуле бора, то при одном и том же режиме сопротивление компенсированного кремния было ρ~30±50 ком см. В обоих случаях n—типа проводимости сохранялся.

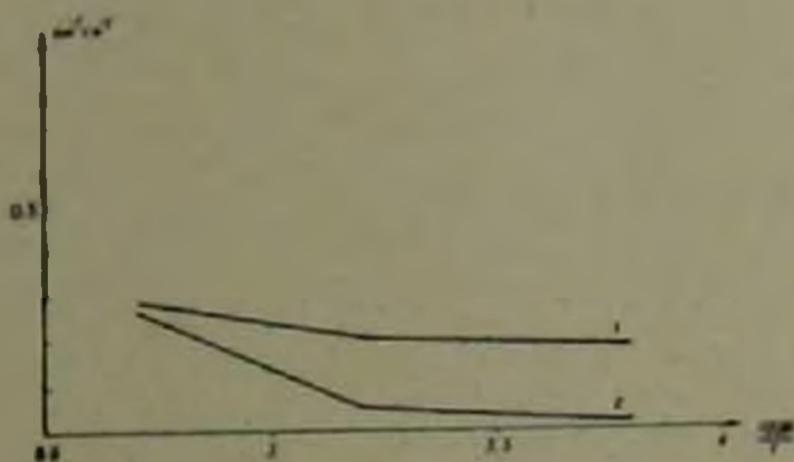


Рис. 1. Температурная зависимость удельной проводимости

Исследование температурной зависимости удельной проводимости кремния, компенсированного никелем, показало, что при малой степени компенсации (ρ~6±10 ком см) удельная проводимость с повышением температуры растет медленнее, чем при высокой степени компенсации (ρ~30±50 ком см.) (рис. 1).

В результате измерений ВАХ полученных диодных структур в области температур—30°C до +130°C найдено, что в отличие от (1-4) у этих приборов все параметры ($V_{пр}$, $V_{ост}$, $I_{ср}$, $I_{ост}$) практически не изменяются в интервале температур от—30° до+80°C (рис. 2).

Выше 80°C величина $V_{\text{ср}}$ начинает уменьшаться и при температурах $+120+130^{\circ}\text{C}$ участок ОС исчезает.

Закономерность ВАХ до участка срыва для всей области температур можно описать зависимостью $I \sim V^n$. Значение n меняется от 0,7, на начальном участке характеристики, до 2 вблизи точки срыва.

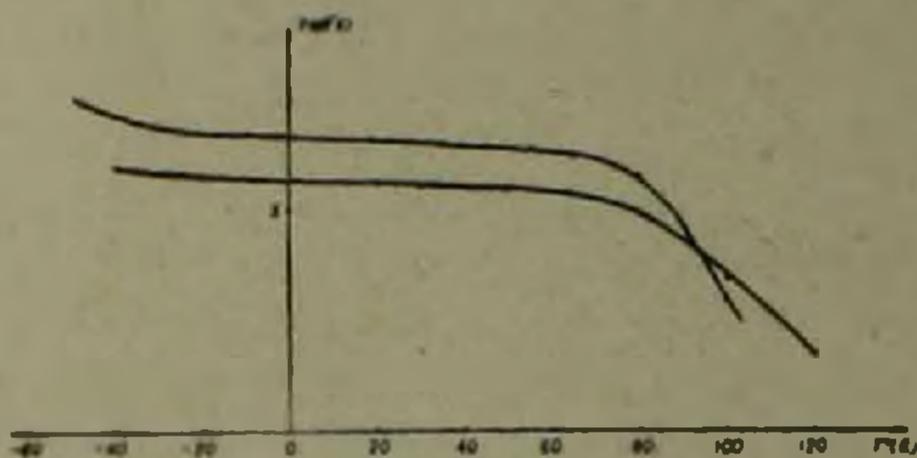


Рис. 2 Температурная зависимость напряжения срыва

После участка ОС имеется вертикаль. Ток на вертикальном участке может изменяться от 100 мкА до 100 мА и более, при изменении напряжения не более $0,5 \text{ В}$. Следует отметить также малые величины остаточного напряжения ($< 1 \text{ В}$), большие отношения напряжения срыва к остаточному ($V_{\text{ср}}/V_{\text{ост}} 8 \div 30$) малые значения тока срыва ($I_{\text{ср}} = 80 \div 120 \text{ мкА}$) и остаточного тока ($I_{\text{ост}} \approx 100 \div 300 \text{ мкА}$).

В отличие от S -элементов, изготовленных на основе компенсированного никелем кремния сплавной технологией, данные приборы характеризуются малыми значениями обратных токов (при обратном напряжении $30 \div 50 \text{ В}$, обратный ток $\sim 1 \div 5 \text{ мкА}$).

Исследование избирательных, генерационных и импульсных характеристик показало, что имеются две области токов на ВАХ, где проявляются избирательные свойства. Первая область находится в самом начале участка ОС до появления генерации, вторая область начинается там, где кончается генерация и простирается до участка вертикали. Добротность и резонансная частота контура, состоящего из S -диода и параллельно подключенной емкости, составляют соответственно $6 \div 7$ единиц, и $150 \div 200 \text{ кГц}$, которые управляемы током смещения и уменьшаются с повышением температуры. Частота и амплитуда генерации, возникающей на участке ВАХ и ОС составляют $\sim 100 \div 300 \text{ кГц}$ и $1,5 \div 2,5 \text{ В}$ соответственно и также управляются током смещения.

Времена включения $\sim 0,1 \div 0,15 \text{ мкс}$, выключения $\sim 3 \div 4 \text{ мксек}$, т. е. эти данные примерно совпадают с соответствующими данными приборов, изготовленных по сплавной технологии (³).

В табл. 1 приведены параметры S -диодов, изготовленных на основе кремния, компенсированного различными примесями (³⁻⁹).

Предположим, что концентрация никеля в кремнии, N_a , удовлетворяет следующему неравенству

$$N_a < N_g \quad (1)$$

$$2N_a > N_g \quad (2)$$

В этом случае нижний уровень атомов N_i практически всегда будет заполнен ввиду близкого расположения (0,22 эв) к потолку валентной зоны. После заполнения этого уровня (рис. 3) число оставшихся электронов от их первоначального количества очевидно будет равно

$$N_g - N_a = N_{\text{ост}} \quad (3)$$

Эти электроны либо будут находиться в зоне проводимости, либо на первом акцепторном уровне, отстоящем от дна зоны проводимости на расстоянии 0,3 эв.

Таблица 1

Основные параметры диодов

Тип проводимости	Примесь	$V_{\text{ср}}(b)$	$I_{\text{ср}}(mA)$	$V_{\text{ост}}(b)$	$I_{\text{ост}}(mA)$	$K = V_{\text{ср}}/V_{\text{ост}}$	Температурная зависимость
л	Никель(диффузионные)	5-10	0.08-0.12	<1	0.1-0.15	6-20	-30°C - 85°C все параметры постоянны
л	Никель(сплавные)	8-20	0.02-0.01	<1	0.05-0.15	8-30	Меняется $V_{\text{ср}}$
л	Сера	>7	0.1-0.5	>2	>0.5	2-4	Все параметры меняются
л	Цинк	>10	0.1-0.5	1.2-5	>0.5	10	$I_{\text{ср}}, V_{\text{ост}}$ постоянны $V_{\text{ср}}$ — меняется
л	Золото	10	0.1	>2	0.5	1.2-2.5	Все параметры меняются
л	Хром	5-20	0.1	>1	0.4	1.6-7.5	—
л	Платина	15-35	0.3	>6	0.5	2-3	—

Подсчитаем, какое количество электронов будет находиться в зоне проводимости и как эта концентрация будет зависеть от температуры.

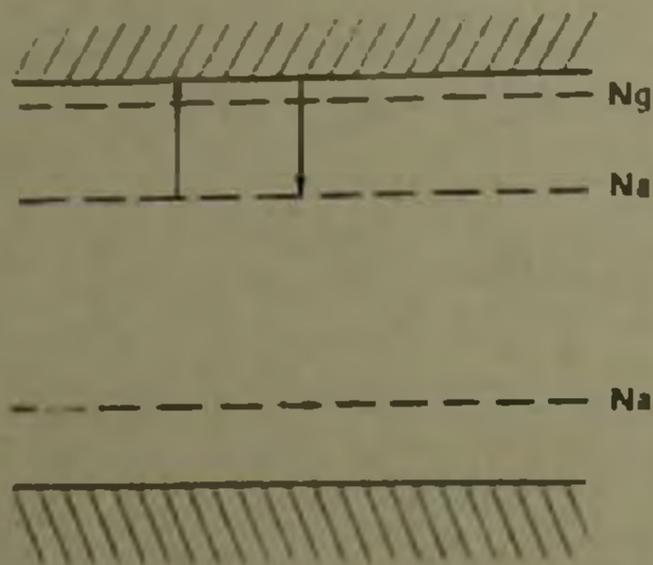


Рис. 3. Зонная структура кремния, содержащего примесь никеля

В силу того, что первый уровень находится далеко от потолка валентной зоны, мы не будем учитывать его взаимодействие с этой зоной. Это значит, что мы будем рассматривать только переходы электронов с этого уровня в зону проводимости и обратно.

Пусть β — коэффициент рекомбинации электронов в зоне проводимости на первый уровень, тогда число электронов, переходящих в единицу времени, в единице объема, из зоны проводимости на первый уровень будет равно:

$$\beta [N_a - (N_{g1} - n)] n \quad (4)$$

при записи (4) мы учли, что число электронов на уровне равно

$$N_{g1} - n. \quad (5)$$

Для числа электронов, которые в единицу времени в единице объема, переходят с уровня в зону проводимости имеем:

$$\alpha \cdot (N_g - n), \quad (6)$$

где α — коэффициент термической ионизации примесного уровня. В стационарном состоянии (4) должно равняться (6). Тогда получаем

$$\beta [N_a - (N_{g1} - n)] n - \alpha (N_g - n) = 0. \quad (7)$$

Замечая, что $\alpha/\beta = n_1$, где $n_1 = V_n e^{-\frac{\Delta E}{kT}}$ концентрация электронов в зоне проводимости, когда уровень формы совпадает с нашим примесным уровнем, (7) можем переписать еще так:

$$[N_a - (N_g - n)] n - n_1 (N_g - n) = 0. \quad (8)$$

Полученное уравнение является квадратичным относительно n . Точное решение этого уравнения имеет вид:

$$n = -\frac{N_a - N_{g1} + n_1}{2} + \left[\frac{(N_a - N_{g1} + n_1)^2}{4} + n_1 N_{g1} \right]^{1/2}. \quad (9)$$

В дальнейшем будем считать, что

$$\frac{(N_a - N_{g1} - n_1)^2}{4} \gg n_1 N_{g1}. \quad (10)$$

Тогда корень квадратный в (9) можно разложить в ряд по отношению

$$\frac{4n_1 N_{g1}}{(N_g - N_{g1} + n_1)^2} \quad (11)$$

и получить, для равновесной концентрации электронов следующую приближенную формулу

$$n = \frac{n_1 N_{g1}}{N_a - N_{g1} + n_1}. \quad (12)$$

Если, теперь $n_1 > N_a - N_{g1} = 2N_a - N_g$, то из (12) получаем

$$n = N_{g1} = N_g - N_a. \quad (13)$$

В другом случае, когда $n_1 < 2N_a - N_g$ имеем

$$n = n_1 \frac{N_{g1}}{N_a - N_{g1}} = n_1 \frac{N_a - N_g}{2N_a - N_g} \quad (14)$$

Как видно из (13) в случае, когда n велико, равновесная концентрация электронов не зависит от температуры. Этот результат обусловлен близким расположением рассматриваемого уровня ко дну зоны проводимости и относительно высокой температуры, что способствует выбросу электронов с уровня в зону проводимости. В случае (14) не трудно заметить, что равновесная концентрация электронов меньше, чем в случае (13) (что соответствует более сильной компенсации материала) и зависит от температуры. Этот случай может реализоваться при относительно далеком расположении локального уровня от дна зоны проводимости, или при относительно большом превышении $2N_a$ над N_g .

Если мы учтем взаимодействие уровня с валентной зоной, то вместо (8) получим:

$$n = p + \frac{p + \Theta n_1 - \delta_0 (p_1 + \Theta n)}{p + p_1 + \Theta (n + n_1)} N_{K1} \quad (15)$$

Здесь $\Theta = \frac{\sigma_n}{\sigma_p}$ где σ_n и σ_p соответственно сечение захвата электрона и дырок на рассматриваемый локальный уровень, а

$$\delta_0 = \frac{2N_a - N_g}{N_g - N_a} \quad (16)$$

Если теперь в (15) пренебречь концентрацией дырок p , а также величиной p_1 , то мы приходим к полученному ранее результату, то есть (8).

Используя результат (13) мы действуя так же как в (4) получим для напряжения срыва

$$V_{cp} = \frac{N_g}{N_{g1}} \cdot \frac{d^2}{2U_p \sigma_n} \quad (17)$$

и для тока срыва

$$I_{cp} = \frac{b \cdot N_g}{\sigma_n^0} d, \quad \text{где } b = \frac{U_n}{U_p} \quad (18)$$

В нашем случае:

$N_g = 6 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$, $N_{K1} = 4,8 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$, $d = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ см}$, $\sigma_n^0 \approx 2 \cdot 10^{-6} \text{ сек}$, $U_p = 600 \text{ см}^2/\text{в сек}$, $V_{cp} = 12 \text{ (в)}$, $I_{cp} = 250 \div 300 \text{ мка}$.

Для материала $\rho \sim 6 \text{ ком см}$, $N_{K1} = 7 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$ и $V_{cp} = 8 \text{ (в)}$, $I_{cp} = 250 \div 300 \text{ мка}$.

Полученные значения для I_{cp} несколько превышают экспериментальные, что можно объяснить наличием технологического канала тока, площадь сечения которого несколько (в 1,5—2 раза) меньше площади $p-n$ перехода.

Для случая, когда концентрация задается формулой (14) расчет проводится в работе (4).

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность В. П. Прошян за помощь при изготовлении диодов.

Институт радиологии и электроники
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ բրահայտ-անդամ Գ. Մ. ԱՎԱԿՅԱՆԻ, Ի. Ս. ՈՒՐՄԵՂՅԱՆԻ, Ս. Վ. ՄԻՆԱՍՅԱՆԻ

Նիկելի խառնուրդով սիլիցիումի հիման վրա ստեղծված $p-n-n^+$ տիպի դիֆուզիոն սարքերի ճետազոտությունը

Աշխատանքում նկարագրված է նիկելի խառնուրդով սիլիցիումի ստացման տեխնոլոգիական ուժեղները, ինչպես նաև ստացված նյութի հիման վրա երկէլեկտրոդային կառուցվածքի պատրաստման եղանակները, այդ նույն տեխնոլոգիական ցիկլով, Դու իրականացվել է բորի և կոմպլեքսացնող նիկելի միաժամանակյա դիֆուզիայի միջոցով n -տիպի սիլիցիումի մեջ, -196°C մինչև $+130^{\circ}\text{C}$ տիրույթում կատարված ջերմային ճետազոտությունները ցույց տվեցին, որ նման երկէլեկտրոդների բնորոշ պարամետրերը ($V_{\text{բ}}, I_{\text{բ}}, V_{\text{ն}}, I_{\text{ն}}$) ջերմակայուն են -30°C մինչև $+80^{\circ}\text{C}$ տիրույթում, որը և հնարավորություն է տալիս այդ սարքերի համար նախատեսել բազմաթիվ կիրառություններ բազմապիսի էլեկտրոնային սարքավորումներում:

Աշխատանքում բերված է ստացված արդյունքների տեսական վերլուծությունը:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Գ. Մ. Ավակյան, Ս. Վ. Մինասյան, Օ. Ա. Օգանեսյան, ДАН Арм. ССР, т. 51, № 1 (1970). ² Գ. Մ. Ավակյան, Ս. Վ. Մինասյան, ДАН Арм. ССР, т. 54, № 4 (1972). ³ Գ. Մ. Ավակյան, Ս. Վ. Մինասյան, Օ. Ա. Օգանեսյան, Ա. Ա. Степанов, ДАН Арм. ССР, т. 51, № 5 (1970). ⁴ Գ. Մ. Ավակյան, Ս. Վ. Մինասյան, Վ. Ա. Погосյան, «Микроэлектроника», АИ СССР, т. 1, вып. 3 (1972). ⁵ Н. А. Султанов, Автореферат кандидатской диссертации Ташкент, 1971. Գ. Մ. Ավակյան, Յ. Ն. Адамян, Վ. Մ. Арутюнян, Р. С. Барсегյան, А. В. Емельянов, Ս. Վ. Օգանեսյան, «Микроэлектроника», т. 3, № 1 (1974).

УДК 541.124.128+541.15

ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Р. Т. Малхасян, Е. С. Журкин, Н. Н. Туницкий

Прямые и обратные вторичные ионно-молекулярные реакции
 с участием ионов D_2^+ , ArD^+ и N_2D^+

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Б. Налбандяном 16/VIII 1974)

Среди радиационнохимических и плазмохимических реакций значительное место принадлежит ионно-молекулярным реакциям (ИМР). Подавляющее большинство существующих исследований касалось первичных ИМР. Однако применение современной техники позволило приступить к исследованию и вторичных ИМР (^{1,2}). В ряде случаев при этом удалось изучить прямые и обратные ИМР с участием частиц разного возбуждения. Данные по вторичным реакциям, с одной стороны, интересны для выяснения механизма плазмохимических и радиационнохимических реакций, с другой—могут представлять значительный самостоятельный интерес с точки зрения выяснения общих закономерностей химических реакций в сильно неравновесных условиях и выяснения роли различных форм энергии на скорость реакций.

Исследования проводились на двоянной масс-спектрометрической установке (рис. 1), описанной в (^{3,4}). Ионы получались в источнике 1 в результате соответствующих первичных ИМР 5 и 6, выделялись первым магнитным анализатором 2 и с заданной энергией попадали в камеру столкновений 3, заполненную газом-мишенью ($P=10^{-4}$ торр). Затем первичные ионы ускорялись в однородном электрическом поле 4, фокусировались дублетом квадрупольных линз 5, разделялись в магнитном поле 6 второго масс-спектрометра и затем попадали на первый диод вторичного электронного умножителя 7. Абсолютные поперечные сечения исследуемых процессов рассчитывались по формуле

$$\sigma = \frac{I_{\text{вт}}}{I_{\text{пер}}} \frac{kT}{P} \frac{1}{l} K,$$

где $I_{\text{вт}}/I_{\text{пер}}$ — отношение тока вторичных ионов к току первичных ионов, k —постоянная Больцмана, T —абсолютная температура газа мишени, P и l —давление и длина камеры столкновений, K —коэффици-

цент, учитывающий дискриминации вторичных ионов по сравнению с первичными в камере столкновений, на входной щели второго масс-спектрометра и на первом диноде умножителя.

Нами были изучены зависимости абсолютных поперечных сечений прямых и обратных вторичных ИМР



от кинетической энергии сталкивающихся частиц.

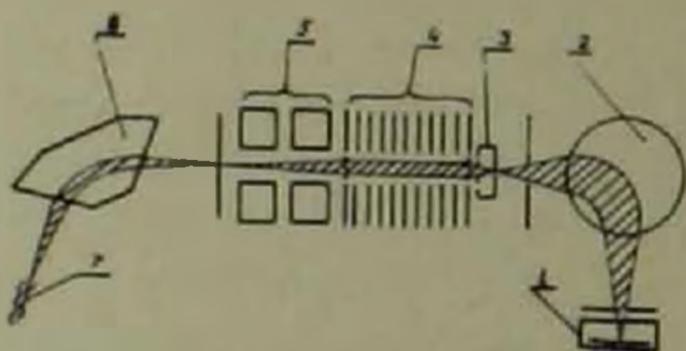


Рис. 1. Схема двойной масс-спектрометрической установки. 1—источник ионов; 2—первый магнит анализатор; 3—камера столкновений; 4—ускоряющее поле; 5—квадрупольные линзы; 6—второй магнит; 7—вторичный электронный умножитель

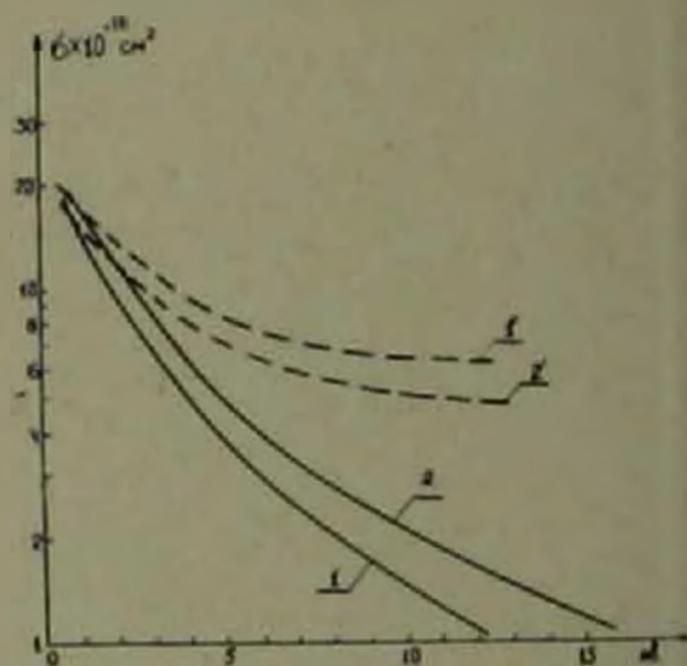
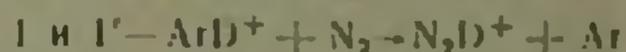


Рис. 2. Зависимость сечений от энергии молекулярных реакций



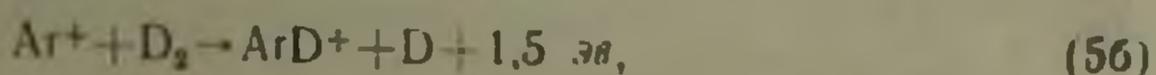
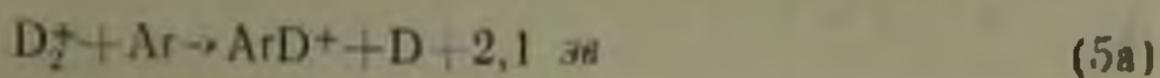
от кинетической энергии столкновения E_k в системе центра масс.

Пунктирными линиями показаны рассчитанные теоретически сечения

Полученные зависимости для реакций 1 и 2 показаны на рис. 2. Пунктирными линиями показаны теоретически рассчитанные зависимости в модели ион-дипольного взаимодействия. Видно, что в соответствии с областью применения указанной модели, удовлетворительное согласие расчетных и экспериментальных сечений наблюдается только при малых энергиях столкновений.

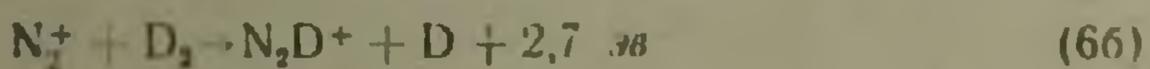
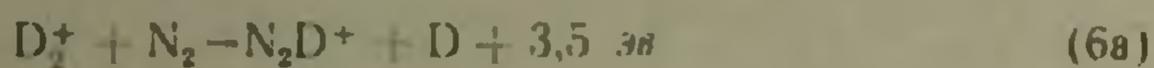
При рассмотрении прямых и обратных реакций необходимы термодинамические данные о возбуждении реагирующих частиц. Определение теплоты реакции для исследованных вторичных ИМР сводится к вычислению разности сродства к протону в продуктах реакции и реагентах (сродство к протону предполагается равным сродству к дейтону). Так, реакция 1 по данным работы (5) экзотермична на 1,4 эв и соответ-

ственно реакция 2 на столько же эндотермична в случае, если исходные частицы находятся в основных состояниях. Однако, в реакции 1 участвуют ионы, полученные в результате первичных реакций



которые в свою очередь экзотермичны с учетом возбуждения ионов D_2^+ на 2,1 и 1,5 эв. Так как кинетическая энергия ионов ArD^+ согласно нашим предварительным измерениям мала, а первый электроно-возбужденный уровень D находится достаточно высоко, то выделяющаяся энергия остается в качестве возбуждения иона ArD^+ . В соответствии с этим в реакции 1 выделяется энергия 3,5 и 2,9 эв, т. е. продукты реакции 1, -ионы N_2D^+ могут быть возбуждены на 3,5 и 2,9 эв.

Проведенная аналогичная оценка возбуждения ионов N_2D^+ , полученных в результате первичных реакций



приводит к образованию ионов N_2D^+ двух видов с энергиями возбуждения 2,7 и 3,5 эв. Следовательно, с учетом эндотермичности, в реакции 2 образуются ионы ArD^+ с энергией возбуждения 2,1 и 1,3 эв.

Приведенный выше термодимический расчет свидетельствует о том, что впервые обнаруженные нами реакции 1 и 2 действительно являются прямыми и обратными, так как в реакции 2 участвуют ионы, практически такого же возбуждения, что и ионы-продукты реакции 1. К такому же выводу можно было бы прийти исходя из принципа детального равновесия, записанного в виде

$$\sigma_1 \bar{P}_1^2 = \sigma_2 \bar{P}_2^2,$$

где σ_1 и σ_2 — сечения реакций 1 и 2 соответственно, а \bar{P}_1 и \bar{P}_2 — относительные импульсы в системе центра масс в тех же реакциях. Так как в данном случае приведенные массы сталкивающихся и образующихся частиц примерно равны, то полученные термодимические данные хорошо согласуются с предположением $\bar{P}_1 \approx \bar{P}_2$ и, следовательно,

из принципа детального равновесия также вытекает, что $\sigma_1 = \sigma_2$.

Примером другого типа прямых и обратных процессов являются реакции 3 и 4. На рис. 3 показаны зависимости сечений реакций 3 и 4 от кинетической энергии налетающих ионов. В отличие от реакций 1 и 2 сечения прямой и обратной реакций 3 и 4 существенно различны. Теплота реакции 3, вычисленная по разности сродства к протону, равна +0,8 эв и, следовательно, реакция 4 эндотермична для реаген-

тов в основных состояниях на 0,8 эв. По термохимическим расчетам в реакции 3 ионы N_2D^+ могут быть возбуждены на 3,1 эв, так как ионы D_3^+ сами возбуждены на $\approx 2,3$ эв. В то же время, как указывалось при обсуждении реакции 2, в условиях экспериментов в реакции 4 участвуют ионы N_2D^+ с иным возбуждением—2,7 и 3,5 эв. Отсюда

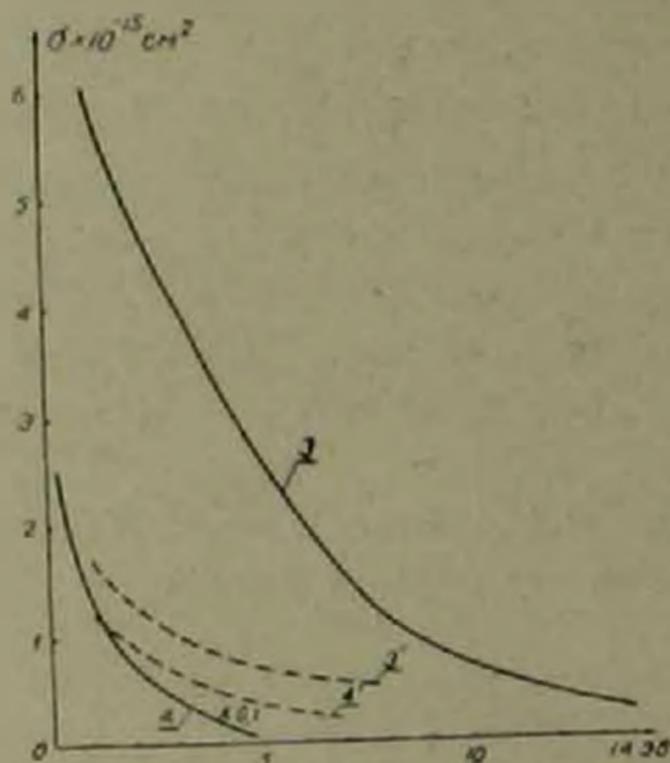


Рис. 3. Зависимость сечения σ ионно-молекулярных реакций
 3 и 3'— $D_3^+ + N_2 \rightarrow N_2D^+ + D_2$
 4 и 4'— $N_2D^+ + D_2 \rightarrow D_3^+ + N_2$
 от кинетической энергии столкновения E_k в системе центра масс. Пунктирными линиями показаны рассчитанные теоретически сечения

следует сделать вывод, что реакции 3 и 4, являясь формально прямыми и обратными, фактически не являются таковыми. Этот факт по-видимому служит причиной столь сильного отличия сечений указанных реакций. Интересно также, что экспериментальные сечения реакций 3 и 4 сильно отличаются от теоретически вычисленных величин.

Лаборатория химической физики
 Академии наук Армянской ССР
 Физико-химический институт им. Л. Я. Карпова

Բ. Տ. ԽԱՆԿԱՅԱՆ, Ի. Ս. ՖԻՐԿԻՆ, Ն. Ն. ՏՈՒՆԻՑԿԻ

Աղիղ և հակադարձ երկրորդային իոն-մոլեկուլային ռեակցիաներ
 D_3^+ , ArD^+ , N_2D^+ իոնների մասնակցությամբ

Երկեցված մասս-սպեկտրալ սարքավորման օգնությամբ էքսպերիմենտալ մասնաճանաչում են ենթարկված աղիղ և հակադարձ երկրորդային իոն-մոլեկուլային ռեակցիաները: Ցույց է տրված, որ $ArD^+ + N_2 \rightarrow N_2D^+ + Ar$

$N_2D^+ + Ar \rightarrow ArD^+ + N_2$ օճակցիաներն ենթարկվում են մանրամասն հալա-
 սարակշռության սկզբունքին և այդպիսով, ողիղ և հակադարձ են ֆիզիկա-
 կան իմաստով: Յուրջ է արված նաև, որ ուսումնասիրված մյուս
 $N_2D^+ + D_2 \rightarrow D_3^+ + N_2$ և $D_3^+ + N_2 \rightarrow N_2D^+ + D_2$ օճակցիաները չեն ենթարկվում
 այդ սկզբունքին: Այդ երևույթը բացատրվում է որպես նույնանուն մասնիկնե-
 րի (իոնների և մոլեկուլների) տարրեր ներքին էներգիայի անհնալու հետևանք:

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

¹ N. G. Adams, D. K. Bohme and E. E. Ferguson J. Chem. Phys. v. 52, № 10, p. 5101 (1970); J. A. Burt, J. L. Dunn, M. J. Mc Ewan, M. M. Sutton, A. E. Roe and H. I. Schiff, J. Chem. Phys. v. 52, № 12, p. 6062 (1970). ² P. T. Մալխասյան, M. B. Тихомиров, E. C. Журкин, Н. Н. Туницкий, ХВЭ, т. 8, № 2, 187 (1974). ³ В. В. Инанов, M. B. Тихомиров, ДАН, СССР, т. 188, 387 (1969). ⁴ P. T. Մալխասյան, E. C. Журкин, M. B. Тихомиров, Н. Н. Туницкий, ХВЭ, т. 8, 2, 189 (1974). ⁵ Л. В. Гурвич, Г. В. Карачевцева, В. Н. Кондратьев, В. А. Медведев, В. К. Поталов, Ю. С. Ходеев. Энергии разрыва химических связей, потенциалы ионизации и сродство к электрону. Изд. «Наука», М., 1974.

УДК 674.048

ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

Г. А. Арзуманян

Поглощение полярной жидкости древесиной, подвергнутой прессованию

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР М. Э. Симоновым 25/XI 1974)

Существующие способы введения в древесину жидкостей обеспечивают глубокую пропитку заболонной древесины. Ядровая и спелая древесины, составляющие значительную часть объема ствола, пропитываются лишь на незначительную глубину в поперечном направлении и с торцов на участках небольшой протяженности.

При погружении в полярную жидкость (например, воду) древесины, подвергнутой прессованию в поперечном направлении, происходит распрессовка ее, сопровождающаяся интенсивным проникновением в древесину жидкости (¹).

Д. Г. Тамбовцевым (²) был предложен способ пропитки древесины, заключающийся в том, что последнюю подвергают прессованию и под прессом же производят пропитку, постепенным устранением давления.

С целью определения кинетики водопоглощения древесины, подвергнутой прессованию и выявления возможности достижения путем предварительного прессования сквозной пропитки полярными жидкостями древесины из указанных труднопропитываемых зон ствола, были поставлены опыты, результаты которых приведены ниже.

Опыты проводили с древесиной сосны, тополя и бука. Образцы брали из ядровой или спелодревесной части стволов, а у сосны — и из заболони. Образцы были изготовлены в форме прямоугольной призмы основанием 20×20 мм и высотой вдоль волокон 10 мм (³). Образцы, предварительно подсушенные в течение 3 ч при температуре 50–60 °С, высушивали при 103 ± 2 °С до постоянного веса. От каждой породы они были разделены на две партии. Первая партия образцов была испытана на водопоглощение в соответствии с ГОСТ (³), но с дополнительными сроками определения водопоглощения. Образцы второй партии в специальной пресс-форме подвергали прессованию в радиальном направлении до степени прессования 0,5 (отношение размеров до и после прессования в направлении прессования) после чего произво-

дили определение водопоглощения. У образцов обеих партий его определяли в следующие сроки: через 1, 3, 5, 10 и 30 мин., 2 и 4 часа; 1, 2, 3, 6, 9, 13, 20, 30 и 40 суток.

В испытаниях на водопоглощение образцов, подвергнутых прессованию, в начальные сроки (до 1 суток) каждый раз брали отдельные образцы. Это было необходимо в связи с тем, что сразу же, после погружения в воду спрессованного образца, начиналось его распрессовка, которая продолжалась и после извлечения образца из воды, что не могло не влиять на интенсивность водопоглощения при последующем погружении образца. В этом случае исключалось непрерывное взвешивание образца в воде, так как не представлялось возможным определение поправки на изменение веса образца в воде за счет увеличения его объема вследствие быстрой распрессовки.

Во всех опытах средние значения каждого показателя были получены из результатов испытаний 6 образцов. В табл. 1 приведены данные о водопоглощении образцов не подвергнутых и подвергнутых прессованию, выражающие кинетику водопоглощения в условиях опыта. Из таблицы видно, что прессованные образцы тополя за 10 мин поглощают столько же воды, сколько не прессованные за 1 сутки; прес-

Таблица 1

Водопоглощение не прессованных и прессованных образцов древесины различных пород. %

Образцы	Минуты					Часы		Сутки								
	1	3	5	10	30	2	4	1	2	3	6	9	13	20	30	40
Сосна, заболонь																
Не прессованные	83	103	105	107	109	105	108	136	193	210	255	283	302	315	316	316
Прессованные	201	205	203	210	219	224	215	240	249	260	284	292	298	298	298	298
Сосна, ядро																
Не прессованные	16	21	27	30	37	44	49	58	85	109	136	162	179	209	218	218
Прессованные	144	158	175	160	169	167	170	186	195	201	217	223	230	231	232	232
Тополь																
Не прессованные	17	23	26	30	36	53	63	98	110	116	129	138	144	147	147	147
Прессованные	49	99	94	101	103	107	112	122	129	134	145	149	152	154	154	154
Бук																
Не прессованные	15	25	30	38	47	61	67	74	83	88	105	110	128	134	134	134
Прессованные	39	69	77	87	88	88	87	96	103	105	115	123	123	124	124	124

сованные образцы из сосновой заболони и бука—столько же, сколько не прессованные за 3-е суток, а прессованные образцы из соснового ядра—столько же, сколько не прессованные за 9 суток. Отметим, что это различие в интенсивности водопоглощения, установленное на стандартных образцах (20×20×10 мм), подвергнутых и не подвергнутых

прессованию, весьма существенно возрастает с увеличением размера образца вдоль волокон.

У одних и тех же пород конечные значения водопоглощений образцов не подвергнутых и подвергнутых прессованию оказались близкими друг к другу. У не прессованных образцов из заболони сосны и бука водопоглощение оказалось несколько выше, чем у прессованных образцов, а у образцов из соснового ядра и тополя—ниже.

Обращает на себя внимание также то обстоятельство, что у прессованных образцов всех пород, а у заболони сосны и у не прессованных образцов, при некоторых сроках отмечается падение водопоглощения. Так, у образцов из заболони сосны водопоглощение за 2 часа оказалось меньше, чем за 30 мин (соответственно 105 и 109%). У прессованных образцов из соснового ядра водопоглощение за 10 мин оказалось меньше, чем за 5 мин (соответственно 160 и 175%).

С явлением падения влажности образцов древесины при некоторых сроках испытаний мы впервые столкнулись во время определения стесненного водопоглощения не прессованных и прессованных образцов из заболони сосны, заключенных в металлические хомуты, которые препятствовали их свободному разбуханию (¹). Это явление, на первый взгляд, противоречащее обычным представлениям о водопоглощении, имеет свое объяснение. Ю. М. Ивановым (^{4, 5}) было показано, что процесс водопоглощения обгоняет процесс разбухания, так как водопоглощение происходит сначала в результате капиллярного продвижения воды, а проникновение ее в толщу клеточных стенок отстает во времени. При малых размерах образцов вдоль волокон, например, 1 см, как это было в наших опытах, разбуханию клеточных стенок препятствует вода, успевшая заполнить капилляры. В какой-то момент времени это приводит к некоторому ее вытеснению из капилляров и, таким образом, наблюдаемому снижению влажности.

С целью получения предварительных данных о влиянии прессования перед пропиткой древесины на ее физико-механические свойства, были определены линейное разбухание и предел прочности при сжатии вдоль волокон образцов не подвергнутых и подвергнутых прессованию перед вымачиванием. Образцы имели размеры 20×20×30 мм (^{6, 7}).

Для сравнительных испытаний на сжатие вдоль волокон образцы от каждой породы были разделены на три группы. Образцы первой группы вымачивали в дистиллированной воде при 20±5°С в течение 40 суток. Образцы второй группы прессовали до степени прессования 0,5, после чего вымачивали в тех же условиях. Образцы третьей группы служили в качестве контроля.

На образцах первой и второй групп определяли линейное разбухание (табл. 2). При определении этого показателя у образцов второй группы брали отношение размеров их после вымачивания и до прессования. Из таблицы видно, что прессование древесины в радиальном направлении перед ее вымачиванием приводит к потере разбухания в том же направлении, а разбухание в тангенциальном

направлении снижается от 1,6 (сосна, ядро) до 2,6 (сосна, заболонь) раза.

Таблица 2

Влияния прессования в радиальном направлении и вымачивания на линейные разбухания и пределы прочности древесины при сжатии вдоль волокон

Порода	Линейные разбухания образцов, %				Пределы прочности при сжатии вдоль волокон (влажность 8%), кгс/см ²		
	не прессованных		прессованных		после вымачивания и высушивания образцов		контрольных
	радиальное	тангенциальное	радиальное	тангенциальное	не прессованных	прессованных	
Сосна, заболонь	2,6	7,3	0,0	2,8	280	283	299
Сосна, ядро	3,9	8,9	0,0	5,5	450	437	474
Тополь	4,7	13,5	0,0	5,9	556	557	649
Бук	5,4	11,7	0,0	6,0	560	525	563

После прекращения вымачивания образцы первой и второй групп были поставлены на сушку в комнатных условиях до достижения ими влажности 8%. Затем образцы всех трех групп были испытаны на сжатие вдоль волокон (табл. 2). Из таблицы видно, что вымачивание образца (с последующим высушиванием) приводит к некоторому снижению предела прочности при сжатии вдоль волокон у сосновой заболони, соснового ядра и тополя. При этом наибольшее снижение значения этого показателя отмечается у тополя. У буковых образцов данной группы он оказался почти такой же, как у контрольных.

У образцов из сосновой заболони и тополя, подвергнутых прессованию перед вымачиванием, предел прочности при сжатии вдоль волокон такой же, как и у образцов, подвергнутых вымачиванию без прессования, а у образцов из соснового ядра и бука—несколько ниже.

В целом, можно считать, что в наших опытах прессование образцов и их вымачивание понизили предел прочности при сжатии вдоль волокон у образцов из заболони сосны на 6,3%, ядра сосны—7,8%, тополя—13,5% и бука на 6,7%.

Таким образом, прессование древесины в радиальном направлении весьма существенно повышает интенсивность ее водопоглощения в начальные сроки.

Полученные результаты позволяют полагать, что основанный на этом способ пропитки древесины может найти применение для введения в древесину водных растворов антисептиков, модификации древесины и при ее крашении, в тех случаях, когда размеры деревянных элементов позволяют прессовать их в пресс-формах.

Մամլված փայտանյութի կողմից բեռային հեղուկի կլանումը

Փայտանյութը հեղուկներով տոգորման հայտնի եղանակներն առկա հովում են միայն արտաբնափայտի խորը տոգորումը: Հասուն և միջուկային բնափայտը, որը կազմում է ծառի բնի մեծ մասը, տոգորվում է փոքր խորությամբ:

Նախկին աշխատություններից մեկում⁽¹⁾ ցույց է տրված, որ շատավաղախն ուղղությամբ մամլված փայտանյութը բեռային հեղուկում ապամամլվում է: Դա ուղեկցվում է փայտանյութի մեջ հեղուկի ինտենսիվ ներթափանցմամբ:

Ուսումնասիրությունները կատարվել են մամլված բնափայտի ջրակրլանման ընթացքի վերաբերյալ տվյալների ստանալու, ինչպես նաև նախօրոք մամլելու միջոցով նշված դժվար տոգորվող փայտանյութի մեջ բեռային հեղուկներ մտցնելու հնարավորությունը սյարդելու նպատակով:

Փորձերը կատարվել են սոճու, բարդու և հաճարի փայտանյութերի հետ: Բարդու և հաճարի բնափայտի, սոճու արտաբնափայտի ու միջուկային բնափայտի մամլված նմուշները 10 րուպեի ընթացքում կլանել են այնքան, որքան նույն ծառատեսակների փայտանյութերի ոչ մամլված նմուշները՝ համապատասխանաբար 1, 3, 3 և 9 օրվա ընթացքում:

Ջրակլանման ինտենսիվություն միջև այդ տարբերությունն զգալիորեն աճում է նմուշի շափսր թելիկների ուղղությամբ մեծացնելու դեպքում:

Ուսումնասիրվել է նաև փայտանյութի նախապես մամլման ազդեցությունը նրա որոշ ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունների վրա:

ЛИТЕРАТУРА — ЦИТИРОВАННОЕ

- ¹ Г. А. Арзуманян, ДАН Арм. ССР, т. XXVII, № 4 (1958). ² Д. Г. Тамбошцев, Авторское свидетельство № 38770, класс 38 h2, 1933. ³ ГОСТ 16483.20—72. Древесина. Метод определения водопоглощения. ⁴ Ю. М. Иванова, О давлении набухания древесины, Труды Института леса АН СССР, т. 9 (1958). ⁵ Ю. М. Иванова, К вопросу о взаимодействии между древесиной и влагой, Труды Института леса АН СССР, т. 37 (1958). ⁶ ГОСТ 16483.8—72. Древесина. Метод определения усушки и разбухания. ⁷ ГОСТ 16483.10—72. Древесина. Метод определения предела прочности при сжатии вдоль волокон.

УДК 577.17

БИОХИМИЯ

А. С. Киракосова, С. П. Манджиян, А. А. Галоян

Действие нейрогормонов «С» и «К» на калликреин-кининовую систему плазмы крови крыс

(Представлено 17/VI 1974)

Несмотря на достижения в изучении калликреин-кининовой системы (¹⁻³), связь ее с другими биологически активными соединениями и гормонами остается не достаточно выясненной.

С этой целью мы решили изучить влияние двух не известных ранее коронарорасширяющих нейрогормонов низкомолекулярной природы, выделенных А. А. Галояном (⁴) из гипоталамо-нейрогипофизарной системы крупного рогатого скота и условно названных «С» и «К», на некоторые компоненты калликреин-кининовой системы.

Непосредственное определение в крови свободных кининов затрудняется тем, что время их жизни в организме составляет весьма короткий срок (⁵). Тем самым, важную роль приобретает определение некоторых других показателей этой многокомпонентной системы, таких как спонтанная эстеразная активность, протеолитический фермент—калликреин, освобождающий кинины из кининогена плазмы, ингибитор калликреина, который, соединяясь с ферментом, образует лабильный комплекс—калликреин+ингибитор и тем самым участвует в регуляции уровня плазмакининов.

Определяли три компонента калликреин-кининовой системы: 1) спонтанную эстеразную активность; 2) прекалликреин и 3) ингибитор калликреина по методу Колмана и соавт. (⁶) в некоторой модификации Гомазкова и соавт. (⁷), которая заключалась в применении другого синтетического субстрата—N-бензоил-L-аргинин-этилового эфира (БАЭЭ) с фотометрическим измерением продуктов реакции гидроксаматным методом Брауна (⁸).

В основе метода Колмана и соавт. (⁶) лежит специфическая активация плазмы крови каолином, при которой из прекалликреина образуется калликреин, благодаря быстрой активации фактора Хагемана и его фрагмента XII f (⁹). Максимум активности калликреина определяется на 1-й минуте активации плазмы каолином. Аргинин-эстеразную активность образовавшегося калликреина определяли по расщеп-

лению синтетического субстрата БАЭЭ. Эстераза, активируемая каолином, в отличие от других эстераз крови является истинно калликренном (¹⁰), т. е. реакция эта строго специфическая. Быстрое падение эстеразной активности после максимального активирования ее обусловлено ингибированием плазменного калликрена. По величине этой заторможенной активности, измеренной через 10 минут после воздействия каолина и судят об активности его ингибитора.

Кроме этих двух показателей измеряется также исходная спонтанная аргинин-эстеразная активность, куда помимо калликрена входит свободная активность плазмина, тромбина и других эстераз.

Спонтанная эстеразная активность определяется без экспозиции плазмы каолином.

Для измерения калликриногена и ингибитора калликрена плазму крови активировали равным объемом суспензии каолина (10 мг каолина на 1 мл 0,1 М фосфатного буфера, рН 7,6) на водяной бане при 25°C. По прошествии 1 и 10 минут брали по 0,2 мл каолин-плазменной суспензии и инкубировали с 0,7 мл 0,02 М раствора БАЭЭ и 0,8 мл 0,1 М трис-НСl буфера, рН 8,0 на водяной бане при 37°C в течение 20 минут. Ферментативная реакция прекращалась добавлением по 0,8 мл 10% ТХУ.

После центрифугирования в полученном супернатанте определяли количество БАЭЭ, оставшееся после гидролиза ферментом. Для развития цветной реакции, 1 мл супернатанта добавляли к 1 мл щелочного раствора гидроксиламина. После минутного встряхивания приливают последовательно по 0,5 мл 3N HCl и по 1 мл 10% ТХУ. Получают окрашенный комплекс, количество которого определяется на СФ при 540 мк.

Калибровочный график строили, используя 0—10 мкмоль забуференного БАЭЭ.

Опыты проводили на беспородных крысах весом 150—200 г. Нейрогормоны «С» и «К» вводили крысам внутривенно в дозе 0,2—0,4 мкг под легким эфирным наркозом. Крыс забивали декапитацией спустя 30 минут после введения нейрогормонов.

В качестве антикоагулянта использовали 3,8%-ный лимоннокислый натрий. Кровь брали в полиэтиленовые пробирки для предотвращения активации калликрена. Дальнейшую обработку проб проводили в силиконированной посуде.

Результаты определения основных компонентов калликреин-кининовой системы под действием нейрогормона «С» приведены в табл. 1.

В норме в плазме крови крыс определяются следующие показатели калликреин-кининовой системы: исходная (спонтанная) аргинин-эстеразная активность— $21,21 \pm 3,32$ мкмоль гидролизованного субстрата (БАЭЭ) на 1 мл плазмы в 1 час; калликриноген— $134,16 \pm 8,57$ мкмоль БАЭЭ; ингибитор калликрена— $1,22 \pm 0,077$ единиц ингибитора. Данные хорошо согласуются с результатами работы О. А. Гомазкова и соавт. (¹¹ ¹²). В крови человека получены более низкие величины этих

показателей (13, 14), что объясняется, по-видимому, несколько отличающейся друг от друга кининовой системой крови крыс и человека.

При введении крысам нейрогормона «С» наблюдается понижение спонтанной эстеразной активности с $21,21 \pm 3,32$ мкмоля в контрольных опытах до $12,92 \pm 2,51$ под воздействием нейрогормона «С». Однако уровень калликреиногена, а также ингибитора калликреина почти не подвергается изменениям.

Таблица 1

Активность компонентов калликреин-кининовой системы плазмы крови крыс в норме и при введении нейрогормона «С»

Определяемый компонент	Контроль	Через 30 мин после введения нейрогормона «С»	Достоверность
СА	$21,21 \pm 3,32$	$12,92 \pm 2,51$	$P < 0,05$
ПКК	$134,16 \pm 8,57$	$134,77 \pm 12,90$	$P > 0,5$
ИК	$1,22 \pm 0,077$	$1,12 \pm 0,08$	$P > 0,5$

Обозначения: СА—спонтанная эстеразная активность (в мкмолях БАЭЭ в 1 мл плазмы за 1 час); ПКК—прекалликреин (в мкмолях БАЭЭ в 1 мл плазмы за 1 час); ИК—ингибитор калликреина (в условных единицах).

Таблица 2

Активность компонентов калликреин-кининовой системы плазмы крови крыс в норме и при введении нейрогормона «К»

Определяемый компонент	Контроль	Через 30 мин после введения нейрогормона «К»	Достоверность
СА	$21,21 \pm 3,32$	$13,71 \pm 4,99$	$P < 0,25$
ПКК	$134,16 \pm 8,57$	$216,40 \pm 13,01$	$P > 0,02$
ИК	$1,22 \pm 0,077$	$1,24 \pm 0,13$	$P < 0,5$

Обозначения те же, что и на табл. 1.

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что нейрогормон «С» почти не действует на уровень калликреиногена, понижение же спонтанной эстеразной активности, по-видимому, объясняется действием нейрогормона «С» на другие эстеразы некалликреинового происхождения, вызывая их уменьшение.

Нейрогормон «К», наоборот, почти удваивает количество калликреиногена, при этом заметна тенденция к понижению и спонтанной эстеразной активности (табл. 2). Эти данные показывают, что, по-видимому, нейрогормон «К» может действовать на эстеразную активность ингибированием превращения калликреиногена в калликреин.

Таким образом, нейрогормоны «С» и «К» действуют на кининовую систему плазмы крови крыс разными механизмами.

Նեյրոհորմոն «С» և «К» ազդեցությունն առնետների արյան պլազմայի կալիկրեին-կինինային սիստեմի վրա

Առնետների վրա կատարված փորձերը ցույց են տվել, որ նեյրոհորմոն «С» ներերակային ներարկման ժամանակ նկատվում է էստերազային սպոնտան ակտիվության որոշակի իջեցում: Միաժամանակ չի նկատվում կալիկրեինոզենի և կալիկրեինի ինհիբիտորի քանակության փոփոխություն, իսկ քաջատրվում է ըստ երևույթին, ոչ կալիկրեինային բնույթի էստերազների քանակության փոփոխում:

Նեյրոհորմոն «К»-ն ավելացնում է կալիկրեինոզենի քանակությունը, որը ցույց է տալիս կալիկրեինոզենից կալիկրեինի փոխարկման արգելակում:

Ըստ երևույթին նեյրոհորմոն «С» և «К» ազդում են առնետների արյան պլազմայի կինինային սիստեմի վրա տարբեր մեխանիզմներով:

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Т. С. Пасхина, В кн. Химические факторы регуляции активности и биосинтеза ферментов, М., стр. 317 (1969). ² М. С. Суровикина, Успехи совр. биол., 68, 35 (1969). ³ М. Schachter, Physiological Reviews, 49, 509, (1969). ⁴ А. А. Галоян, Вопрос биохимии мозга. Изд. АН Арм. ССР, VIII, 107 (1973). ⁵ К. Saameli, T. K. Eskes, Am. J. Physiol., 203, 216; (1961) ⁶ R. W. Colman, J. W. Mason, S. Sherry, Ann. Intern. Med., 71, 763, (1969). ⁷ О. А. Гомазков, И. В. Комиссарова, Л. В. Большакова, Н. Н. Теплова, Кардиология, 6, 25 (1972). ⁸ M. E. Brown, J. Lab. Clin. Med. 55, 616, (1960). ⁹ M. I. Soltay, H. Z. Mouat, A. H. Ozge Anwar, Proc. Soc. Exp. Biol., 138, 952 (1969). ¹⁰ R. W. Colman, L. Mautler, S. Sherry, J. Clin. Invest., 48, 11, 23 (1969). ¹¹ О. А. Гомазков, Л. В. Большакова, М. В. Шумкович, И. В. Комиссарова, Кардиология, 4, 22 (1972). ¹² О. А. Гомазков и др., Бюлл. эксп. биол. и мед., 8, 25 (1973). ¹³ P. Wong, R. W. Colman et al., Annals Intern. Med., 77, 205 (1972). ¹⁴ Т. С. Пасхина и др. Вопросы мед. химии, 16, 152 (1970).

УДК 595.763.21

ЭНТОМОЛОГИЯ

С. М. Яблоков-Хизорян

Новый представитель жесткокрылых—Catopidae с острова Сахалин
(Insecta, Coleoptera)

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Э. А. Давтяном 24/IX 1974)

Catops lygaeus Iablokoff-Khuzorian, sp. nov.

О-в Сахалин, гора Чехова около Нижне-Сахалинска, по сборам Л. П. Молодовой, в бамбучнике, 18. 7. 1970, голотип, ♂, в коллекциях Зоологического института АН Армянской ССР.

Тело черное, 2 основных членика усиков, передние голени и лапки желтые, остальная часть усиков и ног темно-бурые. Длина 3,5 мм. Рис. 1,а. Лоб с крупными и плоскими точками на шагренированном фоне, расстояние между точками немного больше их диаметра. Усики узкие, их 2-й членик в 2 раза длиннее ширины, в 1,5 раза короче третьего, 3-й в три раза длиннее ширины, 3 последующих членика удлиненные, 7-й—почти квадратный, длиннее 6-го и немного шире него, 8-й—уже 7-го, в 2,5 раза шире длины, 2 последующих почти квадратные (рис. 1,б). Переднеспинка в 1,5 раза шире длины, ее боковой край широко закруглен до тупых задних углов, основной—вырезан очень плоской дугой, в 1,5 раза шире переднего, наибольшая ширина переднеспинки в основной трети, ее диск густо поперечно морщинистый и прилегающе, нежно, густо и длинноволосистый на шагренированном фоне, точечность слита с морщинками, нигде не обособлена. Щиток закругленно треугольный. Надкрылья овальные, в такой же скульптуре, как переднеспинка, без следа ребер или бороздок, их вершина закругленная, без зубца. Крылья развиты.

У ♂ передние бедра без бугорка, передние голени короткие, едва расширены к вершине, передние лапки с широким 1-м и очень маленьким 4-м члеником (рис. 1,в), средние голени слабо дугообразно изогнутые, 1-й членик их лапок расширен. Пенис выпрямлен у основания, к вершине сильно изогнут, кончается ланцетовидной пластинкой и 2 узкими отдельными вершинными лопастями, с глубоким дорсальным

вдавлением по всей длине. Парамеры узкие, достигают вершинной трети пенисной трубки.

Этот вид принадлежит к голарктической группе *coracinus sensu Jeannel*, насчитывающей кроме него 4 вида, наиболее близок к *speluncarum*

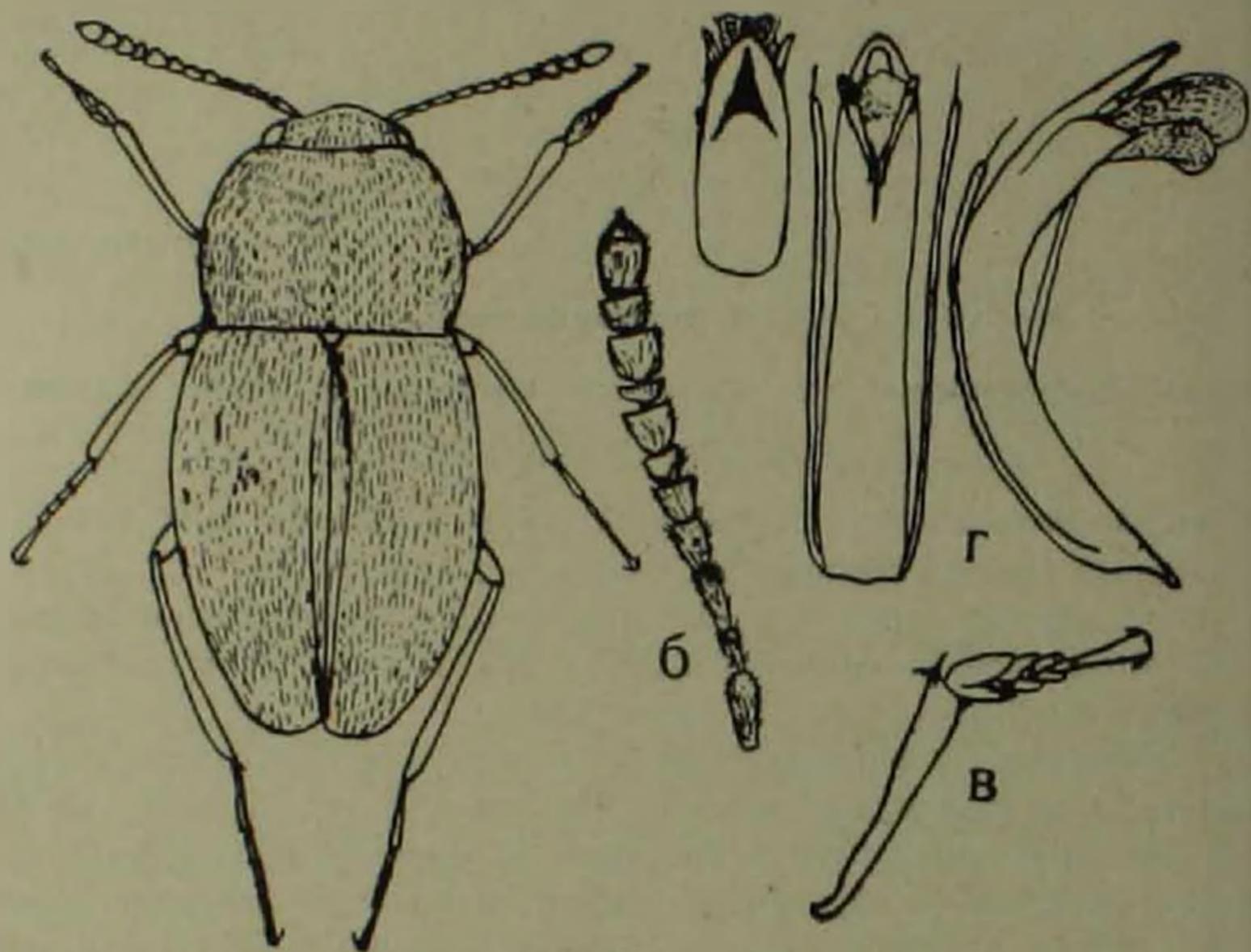


Рис. 1. Голотип *Calops lugaeus* Khnz., sp. nov. а—общий вид $\times 18$; б—левый усик $\times 36$, в—правая передняя голень с лапкой $\times 36$; г—пенисная трубка спереди, сверху и сбоку $\times 63$.

carum Reitt., известному лишь из нескольких пещер Сардинии. Основными признаками этой группы являются форма переднеспинки, тонких усиков, отсутствие ребер на надкрыльях и строение пениса с бороздкой у вершины на дорсальной стороне. От прочих видов данной группы новый вид может быть отличен следующим образом.

1(2) У ♂ передние бедра с бугорком. Пенисная трубка у вершины обрезана (*C. coracinus* Kelln. из Евразии) или сужена, с вогнутыми боковыми краями (*hastatus* Jeann. из Японии и *zariguleyi* Jeann. с Балеарских островов).

2(1) У ♂ передние бедра без бугорка.

3(4) Пенисная трубка к вершине кончается острием, с коротким дорсальным вдавлением. Переднеспинка в 1,6 раза шире длины, заметно уже надкрылий. Длина 3,5—4 мм.

C. speluncarum Reitt.

4(3) Пенная трубка у вершины закруглена лопастевидно, с длинным дорсальным вдавлением. Переднеспинка в 1,5 раза шире длины, слегка уже надкрылий. Длина 3,5 мм.

C. lygaeus sp. nov.

Зоологический институт
Академии наук Армянской ССР

II. ԱՐ. ՅԱՐԱԿՈՎ-ԿԼԻՆՅԱՆ

Catopidae — կառծրաքենի նոր տեսակ Սախալին կղզուց
(Insecta, Coleoptera)

Նկարագրված է նոր տեսակ՝ *Catops lygaeus* Klinz., sp. nov. Սախալին կղզուց, գտնված Չերոպի անվան լեռան վրա, հողի մեջ, է. Պ. Մորոզովայի կողմից: Այս տեսակը մոտ է սևո՞ր արևմտանվրուսյական մի բանի ներկայացուցիչներին:

УДК 612.822.3

ФИЗИОЛОГИЯ

З. А. Ваграмян

О фоновой и вызванной активности нейронов передней лимбической коры

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. К. Карапетяном 16/IV 1974)

Лимбическая кора (ЛК) или поясная извилина, являясь «верхним» этажом лимбической системы, занимает определенное место во всей этой системе, ответственной за мотивационно-эмоциональную деятельность поведения животного. Однако, следует отметить, что имеется очень мало работ по изучению нейрональной активности ЛК (1, 2). Это объясняется прежде всего трудным методическим подходом к медиальной поверхности коры, требующим специальной оперативной подготовки животного.

Исследования проведены на кошках под наркозом. Смесь хлоралозы (45 мг на 1 кг веса) и нембутала (10—15 мг на 1 кг веса) вводилась внутривенно. В настоящем сообщении приведены результаты исследований 80 нейронов. С целью отведения потенциалов ЛК микроманипулятор с микроэлектродом, установленный вертикально, вводился в глубину различных участков передней ЛК, через костную щель шириной 1,5 мм, просверленную параллельно сагитальному шву. С помощью рабочей карты, составленной на основании предварительных измерений на вскрытой поверхности поясной извилины, отводящий электрод погружался на известную глубину. Активность клеточных разрядов ЛК регистрировалась внеклеточно при помощи стеклянных микроэлектродов, заполненных 2 М раствором лимонно-кислого калия, диаметром кончиков 1,5—2 микрона. Потенциалы действия нейронов регистрировались на осциллографе японской установки. Единичными импульсами раздражались седалищный нерв и маммиллярные ядра гипоталамуса. Анализ нейронной активности при непрерывной записи производился посредством просчитывания числа спайков за каждые 100 мсек. На основании этих данных строились гистограммы. Локализация электродов контролировалась гистологически.

Вопрос изучения фоновой активности ЛК представляет определенный интерес для выявления общей характеристики нейрональной активности. В части опытов прослежена фоновая активность нейронов

ЛК при послойном погружении микроэлектрода в горизонтальном направлении, перпендикулярно к поверхности поясной извилины. При этом обнаружено, что в поверхностных слоях ЛК встречается мало фоново-активных единиц, разряжающихся обычно с низкой амплитудой. Уже начиная с глубины 700—800 мк чаще регистрируются «спонтанно-активные» клетки. В глубоких слоях можно наблюдать и высокоамплитудные разряды нейронов (1000 и более мкв.).

Хотя метод «горизонтального погружения» микроэлектрода дает возможность послойной регистрации структур ЛК, однако, при этом имеются затруднения с длительной регистрацией нейрона. Поэтому, для дальнейших исследований мы воспользовались методом «вертикального подхода» к ЛК. В этом случае, находящийся на расстоянии 1 мм от сагитального шва микроэлектрод на всем протяжении вертикальной полосы проходит через зону «глубоких слоев», где вероятность регистрации «спонтанно-активных» нейронов значительно выше.

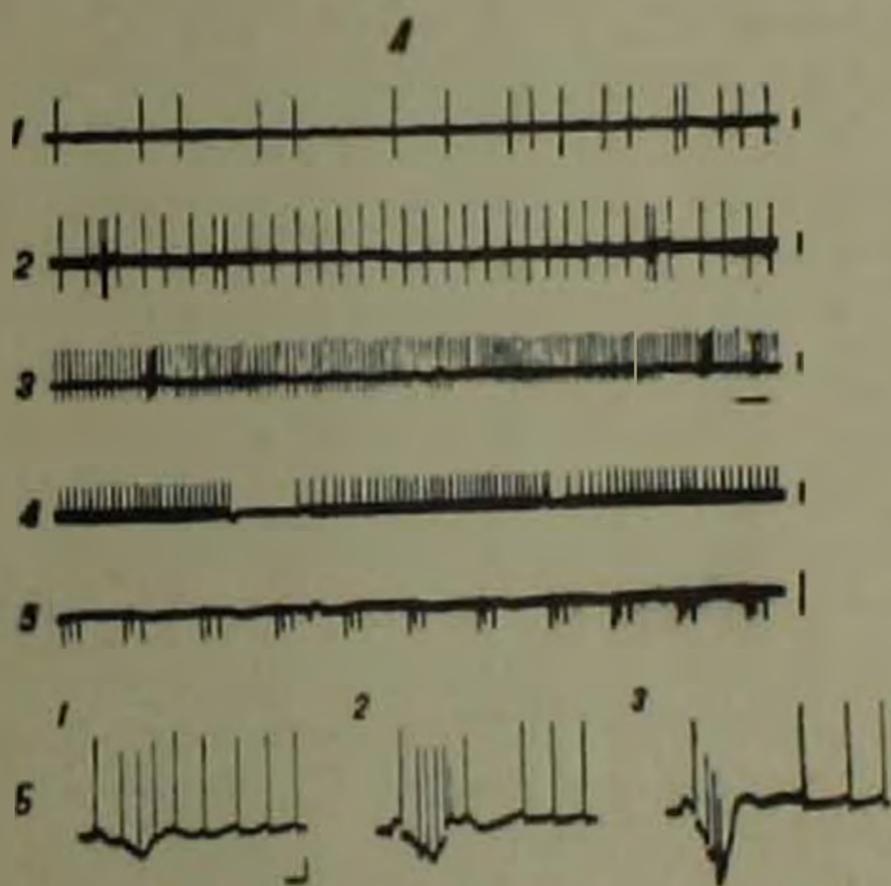


Рис. 1. Фоновая активность и импульсная реакция нейронов лимбической коры на одиночный соматический стимул

А. 1—5—импульсная активность разных нейронов ЛК; 2, 3, 4—нейроны, регулирующие на раздражение седлищного нерва; 5—нейрон, не реагирующий на раздражение седлищного нерва. Калибровка амплитуды 1 мв, времени 200 мсек.
Б. 1—3—вызванный фокальный потенциал и импульсная активность нейрона ЛК и ответ на возрастающую силу раздражения седлищного нерва. Калибровка амплитуды 500 мкв, времени 10 мсек.

Спонтанная активность нейронов ЛК представлена разрядами.

частота которых варьирует в широких пределах: импульсы могут следовать частотой от 1 имп./4 сек. до 100 имп./1 сек. Часто встречаются нейроны, разряжающиеся пачечной или групповой импульсацией. В целом, фоновая активность нейронов передних областей ЛК (поле 24, пограничные поля 24/32, 24/23) характеризуется разнообразием нейрональных разрядов. Наряду с нейронами, обладающими нерегулярной спонтанной активностью (рис. 1, А, 1), реже наблюдаются клетки с ритмической активностью (рис. 1, А, 2 и 3). Оба эти нейрона отвечают активацией на одиночный стимул, нанесенный на седалищный нерв. На рис. 1, А, 4 зарегистрирована клетка с ритмической активностью, реагирующая угнетением фоновой активности. Это явление рассматривается рядом авторов как выпадение фазы активации (2).

На рис. 1, А, 5 показана запись фоновой активности «ареактивного» нейрона, разряжающегося в данном случае пачкой импульсов, не реагирующего на соматосенсорное раздражение.

При нанесении одиночного слабого стимула на седалищный нерв, в ЛК наблюдается вызванный фокальный потенциал. В случае нейрона с ритмической активностью при слабом стимуле на фокальном потенциале регистрируется учащение фоновой ритмики клеточных разрядов (рис. 1, Б, 1). По мере увеличения силы раздражающего стимула происходит перераспределение разрядов нейрона: фаза активации совпадает с положительным колебанием вызванного фокального потенциала, а вслед за активацией появляется реакция торможения разрядов клетки или тормозная пауза (рис. 1, Б, 2), которая становится более выраженной при последующем увеличении силы раздражения (рис. 1, Б, 3).

На основании анализа нейронной активности посредством подсчитывания числа спайков за каждые 100 мсек строились усредненные постстимуляторные (PST) и индивидуальные гистограммы. На рис. 2, 1—4 показаны усредненные PST гистограммы, отражающие изменения частоты импульсации нейронов ЛК в ответ на одиночный соматический стимул. На применяемые кратковременные стимулы нейроны отвечают довольно многообразно. Однако, почти все ответы можно свести к типу «фазных» реакций, где первоначальное учащение разрядов после дачи стимула сменяется паузой в импульсации. Разнообразие реакций создается за счет выпадения тех или иных ее фаз и их выраженности. На гистограмме 1, Б (рис. 2) показана реакция нейрона, в которой после нанесения стимула раздражения имеется фаза активации, но отсутствует тормозная пауза. Реакция нейрона, где вслед за активацией следует тормозная пауза и затем восстановление прежней частоты, изображена на гистограмме 2, Б (рис. 2). Следует отметить, что хотя у части корковых нейронов после тормозной паузы имеется новое учащение спайков (3), но у большинства нейронов ЛК пауза заменяется фоновой активностью. На рис. 2, 3, Б показана реакция нейрона с первоначальным торможением. Активность «ареактивного» нейрона показана на гистограммах 4, А и 4, Б (рис. 2). С по-

мощью индивидуальных гистограмм (рис. 2, 5—6) показано, что один и тот же нейрон ЛК реагирует на одиночный соматический стимул, то наличием фазы активации (рис. 2, 5), то выпадением этой фазы (рис. 2, 6).

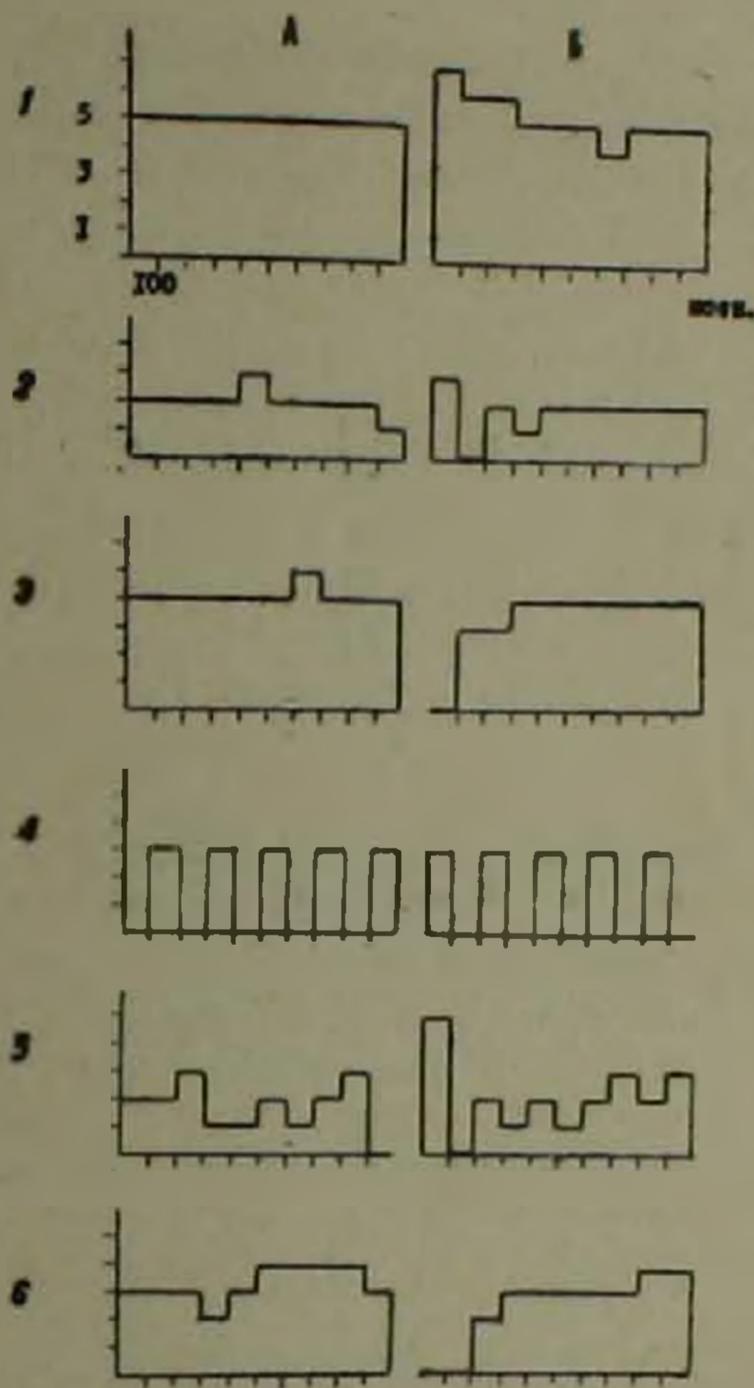


Рис. 2. Гистограммы фоновой активности нейронов ЛК. А—на протяжении 1000 мсек до нанесения одиночного стимула на седалищный нерв, Б—на протяжении 1000 мсек после нанесения стимула. 1—4—суммарные гистограммы разных нейронов 5—6—индивидуальные гистограммы одного и того же нейрона. Период счета 100 мсек. На абсциссе—время (в миллисекундах), на ординате—число импульсов

Вопрос о характере и механизме конвергенции гетеромодальных импульсов на нейронах ЛК до настоящего времени не изучен. Вопрос о проекции полимодальных афферентных импульсов в ЛК изучался нами ранее методом вызванных потенциалов (4). С целью изучения полисенсорных свойств на нейрональном уровне применялись раздражения седалищного нерва и маммилярных ядер гипоталамуса (ММ). Из 40 испытанных на оба раздражителя нейронов бимодальными оказались 28, что составляет 70%. В ответ на одиночный стимул обеих

модальностей регистрируется вызванный фокальный потенциал с нейрональными разрядами. При воздействии стимулов различной модальности наблюдается большое разнообразие ответов одного и того же нейрона. Так, например, фоновый нейрон, зарегистрированный в поле 24 на глубине 9 мм от поверхности коры, в ответ на пороговый одиночный стимул седлищного нерва разряжался пачкой импульсов со скрытым периодом 21 мсек. Тот же нейрон, в ответ на пороговое раздражение ММ отвечал одиночным разрядом со скрытым периодом 7 мсек.

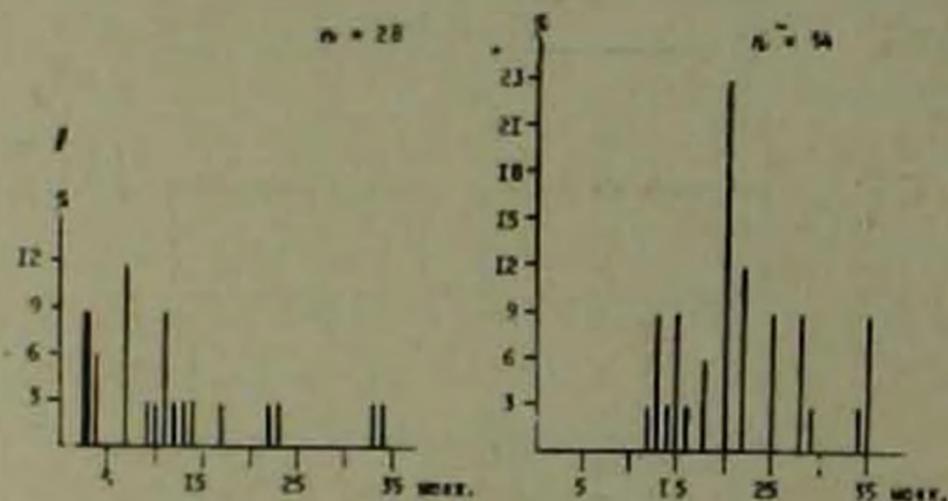


Рис. 3. Гистограммы распределения скрытых периодов импульсной активности нейронов ЛК на одиночные стимулы двух модальностей. 1—при раздражении маммиллярных ядер гипоталамуса; 2—при раздражении седлищного нерва. На абсциссе—время (в мсек), на ординате—число нейронов (в %); n —количество нейронов.

Учитывая, что скрытые периоды корковых нейрональных реакций обладают относительным постоянством⁽⁵⁾, интересно сопоставить гистограммы скрытых периодов или иначе, графиков последовательности вовлечения нейронов в ответную реакцию на стимул при раздражении ММ (рис. 3, А, 1) и при раздражении седлищного нерва (рис. 3, А, 2). При этом можно увидеть следующее: если по оси абсцисс отложены значения скрытых периодов, а по ординате—частота встреч электрода с нейронами, то наиболее чаще встречающимися (т. е. составляющие количественно наибольшее число) при стимуляции ММ являются нейроны ЛК, разряжающиеся со скрытым периодом 7 мсек. При раздражении седлищного нерва чаще регистрируются нейроны со скрытым периодом 20 мсек. Что же касается разброса скрытых периодов реакций у различных нейронов, то принято думать, что он свидетельствует о дисперсии поступления информации с периферии. Высказано предположение⁽⁶⁾, что помимо вышесказанного, разброс скрытых периодов указывает и на передачу возбуждения в самой коре.

Несмотря на разнообразие ответов нейронов ЛК, мы не пытаемся классифицировать их на типы, придерживаясь точки зрения, что

нейрон имеет широкие возможности для участия в системе интеграции и, вероятно, не следует думать об изначальной способности нейрона реагировать на данный вид раздражения только определенным образом. В целом, нейроны ЛК могут быть разделены на две основные группы: «спонтанно-молчащие» или клетки с низким уровнем спонтанной активности, располагающиеся преимущественно в поверхностных слоях ЛК и «фоновно-активные» клетки, регистрируемые в пределах нижних слоев. Наши электрофизиологические данные согласуются с имеющимися морфологическими описаниями (7). Переднее лимбическое поле L_2 имеет небогатую клетками кору. По форме и размерам клеток оно ясно подразделяется на 2 этажа: верхний, с мелкими клетками округлой формы и нижний, где преобладают более крупные клетки неправильной формы. Имеются указания (8, 9), что в слоях V и VI нейроны дифференцированы лучше, чем в верхних слоях. Можно думать, что два этажа должны нести разные функции, учитывая, что структурная дифференциация мозга коррелирует с соответствующей функциональной дифференциацией.

Характеризуя цифровыми показателями активность нейронов передней ЛК укажем, что 33% составили спонтанно-активные клетки, отвечающие «фазным» типом реакций в ответ на одиночный соматический стимул. 15% спонтанно-активных клеток реагировало фазой торможения на кратковременный соматический стимул. Клетки с низким уровнем спонтанной активности и «фоновно-молчащие» нейроны составили 52%.

Интересно отметить, что «спонтанно-молчащие» клетки передней ЛК, как правило, отвечают на раздражение ММ с наиболее коротким скрытым периодом (в пределах от 2,5 до 7 мсек). По-видимому, реализация кратчайшей информации между нейронами передней ЛК и ММ осуществляется именно при участии «спонтанно-молчащих» клеток ЛК.

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

2. Ա ՎԱՆՐԱՄՅԱՆ

Գլխուղեղի լիմբիկ կեղևի նեյրոնային ակտիվության մասին

Սուր փորձերի պայմաններում, կատունների մոտ, հետազոտվել է լիմբիկ կեղևի բջիջային ակտիվությունը նստաներվի և հիպոթալամուսի մամմիլյար կորիզների գրգռման ժամանակ:

Իհր հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ բջիջների 70% հանդիսանում են «երկմողայի» նեյրոններ, որոնք կարող են պատասխանել օգտափորձած երկու տեսակի գրգռիչներին:

«Սպոնտան» ակտիվություն ունեցող նեյրոնների 33% պատասխանում են սոմատիկ գրգռին «ֆազիկ» ձևով:

«Սպոնտան» ակտիվություն ունեցող նեյրոնների 15% սոմատիկ գրգռման ժամանակ արգելակվում են:

52% կազմում են այսպես կոչվող «լուսկյաց» նեյրոնները և այն բջիջները, որոնք ունեն «սպոնտան» ալտիվության ցածր մակարդակ:

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ K. L. Casey, M. Suenod, P. D. MacLean, J. Neurophysiol., 28, 6, 1118 (1965).
- ² M. Suenod, K. L. Casey, P. D. MacLean, J. Neurophysiol., 28, 6, 1101 (1965).
- ³ И. Н. Кондратьева, В кн.: Исследование организации нейронной деятельности в коре больших полушарий головного мозга, М., 1971. ⁴ О. Г. Баклавджян, З. А. Багрянян, «Нейрофизиология», 2, № 5, 451, 1970. ⁵ М. Н. Ливанов, В кн.: Исследование организации нейронной деятельности в коре больших полушарий головного мозга, М., 1971. ⁶ М. Н. Ливанов, В кн.: Проблемы современной нейрофизиологии, М.—Л., 1965. ⁷ О. С. Адрианов, Т. А. Меринг, Атлас мозга собаки, М., 1959. ⁸ И. А. Замбрицкий, Лимбическая область большого мозга, М., 1972. ⁹ И. А. Замбрицкий, «Архив анатомии, гистологии и эмбриологии», XXX, 2, 39, 1958.

УДК 547.963.4:576.363:591.3

ЭМБРИОЛОГИЯ

Е. М. Каралова

Цитохимическое количественное исследование белков в клетках Пуркинье мозжечка эмбрионов кур в процессе дифференцировки

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Э. А. Давтяном 14/VI 1974г.)

Функционально-цитохимическое изучение нервных клеток в эмбриогенезе представляет большой интерес, так как позволяет выявить связи между морфологией и цитохимией специализирующихся нейронов. К настоящему времени накопилось много работ по возрастной гистохимии нейронов (¹⁻³). В основном это работы, выполненные с применением качественных методик, а работы, характеризующие корреляцию количества различных белков с теми или иными перестройками в зародышевых тканях единичны (^{4,5}). Это обстоятельство побудило нас провести исследование содержания и концентрации белков и их функциональных групп в перикарионе клеток Пуркинье эмбрионов кур с момента их первичной дифференцировки из нейробластов и до вылупления включительно. Исследуемый объект интересен и тем, что мозжечок у кур приобретает функциональную зрелость еще в эмбриогенезе (⁶).

Кусочки мозжечка эмбрионов кур (10—21 сутки развития) фиксировали в смеси формалин—спирт—уксусная кислота (9:3:1) и готовили срезы толщиной в 5 мк. Для выявления общего белка препараты окрашивали амидочерным 10Б (⁷), а для определения соотношения основных и кислых белков использовали реакцию зеленого прочного на аминокислоты (⁸). Окраску белковых SH-групп проводили 2,2'-диокси-6,6'-динафтил-дисульфидом (ДДД) с докрасиванием диазониевой солью прочного черного К (⁹). Общий белок фотометрировали на зондовом цитоспектрофотометре одноволновым методом ($\lambda = 620$ н.м) также как и SH группы ($\lambda = 557$ н.м). При фотометрии NH_2 -групп использовали двухволновый метод ($\lambda_1 = 595$ н.м, $\lambda_2 = 557$ н.м). Измерения проводили в 100 клетках (по 3 эмбриона) на возраст. Все данные обрабатывались статистически. Приводимые цифровые значения даны в условных сравнимых единицах.

Полученные данные выявили динамику концентрации и количества белков в перикарионе клеток Пуркинье в процессе их роста и дифференцировки. За исследуемый период количество общего белка

увеличивается более, чем в три раза и во столько же раз увеличиваются размеры перикариона (рис. 1). Вместе с тем наблюдается некоторая периодичность в нарастании количества белка: так, вплоть до завершения переходной фазы зародышевого периода развития (14 сутки эмбриогенеза) имеет место интенсивный синтез белка, и его количество в перикарионе увеличивается в 1,5 раза, затем, до 17 суток эмбриогенеза держится, примерно, на одном уровне, после чего вновь наблюдается резкая активация синтеза белка (его количество возрастает в 2 раза к моменту вылупления). Выход кривой на плато вероятно обусловлен усиливающимся транспортом белка в аксон (^{10,11}).

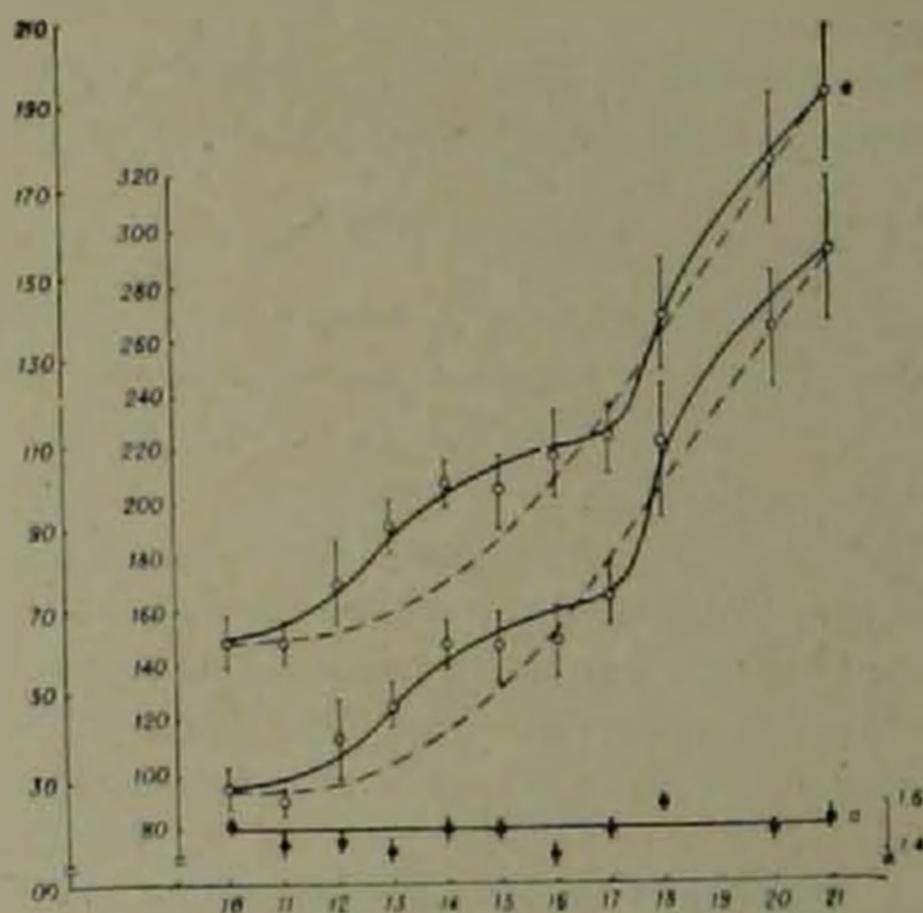


Рис. 1. Концентрация (а), и относительное содержание (б) и площадь цитоплазмы (в) клеток Пуркинье в процессе их дифференцировки и специализации в эмбриогенезе кур.

На всех рисунках данной статьи —○— количество вещества; —●— его концентрация; I—возраст эмбрионов в сутках

В это же время усиливаются процессы дифференцировки клеток Пуркинье, формируется тигроид и нейрофибриллы, а, как известно, процессы роста и дифференцировки находятся в определенных конкурентных взаимоотношениях. Концентрация общего белка в перикарионе нейробласта и зрелого нейрона не меняется. Незначительные ее колебания в течение эмбриогенеза скорее всего являются отражением автоколебательных процессов (¹²). Соответственно нарастанию количества белка в перикарионе увеличивается содержание белковых SH-групп, что вполне закономерно, так как тиоловые соединения являются необходимым компонентом как структурных белков, так и большинства ферментов (^{13,14}). Возрастание концентрации SH-групп на 14—18 сутки эмбриогенеза вероятнее всего связано с началом функциональной деятельности исследуемых клеток (рис. 2). Известно, что

переход нервных клеток от относительного покоя к возбуждению вызывает изменение структуры белковых молекул, сходное с процессом

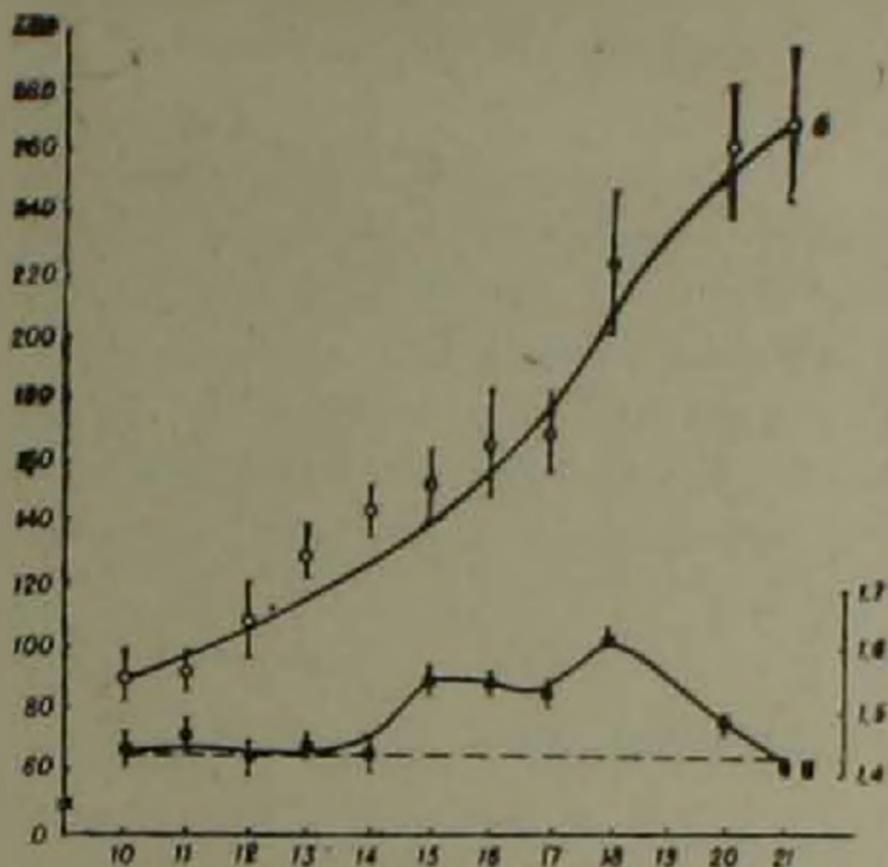


Рис. 2. Концентрация (а) и относительное содержание (б) белковых SH-групп

обратимой денатурации белка и сопровождающееся демаскированием белковых SH-групп (15,16). Известно также, что в зависимости от соотношения количества амидных и карбоксильных групп изменяется

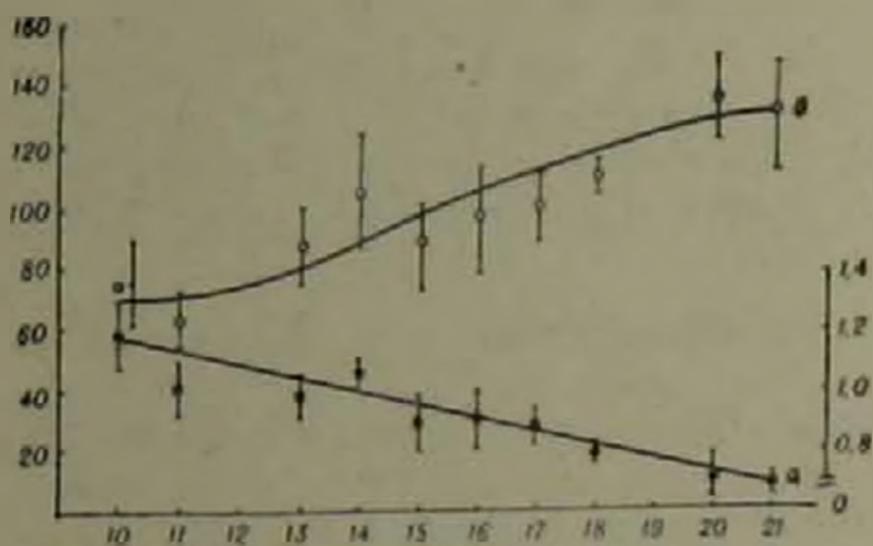


Рис. 3. Концентрация (а) и относительное содержание (б) аминогрупп цитоплазматического белка

заряд белковой молекулы и ее конфигурация, что влияет на функцию мозга (17). По мере эмбрионального развития меняется не только количество белков, но и их качественный состав (18,19), поэтому наши данные, характеризующие динамику соотношения основных и кислых белков в перикарионе клеток Пуркинье представляют определенный интерес. Они показывают, что количество красителя, связавшегося с аминогруппами белков перикариона клеток Пуркинье в процессе их дифференцировки, увеличивается, но не столь интенсивно как идет увеличение количества общего белка (рис. 3). Концентрация же

NH₂-группы уменьшается почти вдвое, что свидетельствует о возрастании удельного количества кислых белков, содержащих много дикарбоновых аминокислот. Отмеченные нами факты согласуются с данными о нарастании концентрации дикарбоновых аминокислот в коре головного мозга в период интенсивного роста нервных клеток (20).

Итак, в процессе морфологической и функциональной дифференцировки клеток Пуркинье мозжечка эмбрионов кур происходит интенсивное увеличение количества общего белка, увеличение концентрации белковых SH-групп и изменение в составе белков перикариона. Динамика исследованных нами веществ обнаруживает периодичность, тесно связанную с прохождением эмбрионом определенных периодов в своем развитии и отражает общую направленность биохимических и физиологических процессов в целостной системе развивающегося организма.

Институт зоологии
Академии наук Армянской ССР

Խ. Մ. ԿԱՐԱՍՅԱՆ

Հավի սաղմի ուղեղիկի Պուրկինյեի բջիջների ցիտոքիմիական ֆունկցիոնալ փոփոխումների ուսումնասիրություն

Հավի սաղմի (10—21 օրեկան) ուղեղիկի Պուրկինյեի բջիջների մորֆոֆունկցիոնալ դիֆերենցման և մասնագիտացման ժամանակաշրջանի ցիտոքիմիական փոփոխումների ուսումնասիրությունը ցույց է տվել, որ այդ ժամանակ ընդհանուր սպիտակուցի բանակը բարձրանում է բջիջի մարմնի անման հետ համաչափ, կոնցենտրացիայի հարաբերաբար կայունության պայմաններում: Փոփոխվում է հիմնային և թթու սպիտակուցների հարաբերակցությունը, զգալի չափով աճելով սպիտակուցների SH-խմբերի բանակը: Սպիտակուցների սինթեզի ինտենսիվացման և նրանց ափսոսելիության բարձրացման ժամանակաշրջանը համընկնում է նեյրոնների մորֆոֆունկցիոնալ հասունացման ժամանակի հետ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Б. В. Кедровский, Цитология белковых синтезов, М., 1959. ² Л. Б. Левинсон, Докл. на совск. уч. ст. д биол наук, М., 1961. ³ Н. М. Буйкис, Морфологические и химические изменения в процессе развития клетки, Рига, 1967. ⁴ М. Е. Неверова, Кандидатская диссертация, М., 1968. ⁵ Е. И. Большова, Морфогенез и структура органов человека и животных, Минск, 27, 1970. ⁶ Л. Б. Левинсон, М. Е. Неверова, Морфологические и химические изменения в процессе развития клетки, Рига, 1967. ⁷ А. А. Брумберг, Л. Э. Певзнер, Цитология, 14 (5), 674, 1972. ⁸ А. Д. Deltsh и кн. Введение в количественную цитохимию, изд. „Мир“, 359, 1969. ⁹ G. F. Bahr, и кн. Введение в количественную цитохимию, изд. „Мир“, 373, 1969. ¹⁰ S. C. Bondy, Engl. Brain Res., 13, (2), 127, 1971. ¹¹ А. Н. Мезенцев, О. В. Мессимова, Успехи совр. биол., 1, (4), 62, 1972. ¹² E. Bunning, Die physiologische Uhr, Berlin, 1958. ¹³ М. Берстон, Гистохимия ферментов, изд. „Мир“, М., 1966. ¹⁴ М. Диксон, Э. Узбб, Ферменты, изд. „Мир“, М., 1966. ¹⁵ Б. И. Гольдштейн, О влиянии сульфгидрильных групп на биологические свойства тканевых белков, Киев, 1955. ¹⁶ И. Б. Краснов, Бюлл. эксп. биологии и медицины, 55, (10), 50, 1963. ¹⁷ А. С. Чекунов, Структура и функции нервной системы, М., 1965. ¹⁸ А. В. Палладин, Проблемы нейробиологии, М.—Л. „Наука“, 5, 1966. ¹⁹ E. Einstein, K. Dalal J. Czejjey Brain Res., 18 (1) 35, 1970. ²⁰ P. H. Худяков, Тр. 9 Научной конференции по возр. морфологии, физиологии и биохимии, часть II, М., 27, 1972.

Ի ՈՒՎ ԱՆԳ Լ Կ ՈՒԹ Յ ՈՒՆ Լ Ի X Հ Ա Տ Ո Ր Ի

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

42

Լ. Ա. Մաքսուսյան—Մակերևութները մի քանի Ռիմանյան շերտավորող տարածությունների մեջ	3
Յու. Ա. Տրախտման—Ծրկանդամային գործակիցներից կազմված որոշ տարրերությունների բաժանելիության մասին	10
Ի. Վ. Կովալիչինա, Վ. Գ. Պոտապով—Ինդեֆինիտ մետրիկան նեվանիինա-Պիկի պրոբլեմում	17
Ո. Գ. Հովսեփյան—Տոպոլոգիական տարածությունների վերջավոր կետանոց բիկոմպակտ և H-փակ լայնացումների մասին	23
Ի. Ի. Հովսեփյան—Շարքերի ոչ պայմանական զուամրելիության մասին զծային տոպոլոգիական տարածություններում	29
Ի. Ո. Կուլոյան— $\pi_p(Z; Z_k)$ ֆունկցիայի ասիմպտոտական հատկությունների մասին	65
Ի. Վ. Կովալիչինա—J-ձգող մատրիցա-ֆունկցիաները Կարաթեոդորիի խնդրում	128
Ա. Վ. Զախարյան—Գեոդեզիական եռ-հյուսվածքն երկչափ աֆինական կապակցությունը բազմաձևությունում	136
Վ. Ա. Ներսիսյան—Ինտեգրալ երկրաչափությունը հիպերհարթությունների բազմաձևության վրա	141
Ո. Ա. Օրլով—Անալիտիկ J-սեզմող մատրից-ֆունկցիաների մոնոտոն բնույթների դուգամիտության և տարամիտության բնույթի մասին	193
Ա. Ո. Մաշուրյան—Մակածական հանգուսակների վրա տրվող ռեկուրսիվ սահմանումների մասին	199
Ո. Մ. Մելիքյան—Պսևդոթվերի կոնստրուկտիվ տրանսֆինիտ հիերարխիա	257

ԿԵՐԱՆՈՒՄԱԿԱՆ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Ի. Ո. Մինասյան—Ուղղանկյուն լայնական հատվածք ունեցող շարժվող պրիզմատիկ մարմնի ջերմային դաշտը	148
---	-----

ՄԻՆԻԱՆԻԿԱ

Կ. Խ. Ուղղասարյան—Հաղորդիչ սալի կայունությունը մագնիսական դաշտում հաղորդիչ գաղի հոսանքով շրջհոսվելիս	72
Ո. Ո. Շահինյան—Առածգական վերագիրներով ուժեղացված շրջանային անցքով հարթության համար մի քանի կոնտակտային խնդիրներ	154
Կ. Ո. Կարապետյան, Ռ. Ա. Կուտիկյան—Ինտոնն գլանային թաղանթների ամրության և դեֆորմացիաների հետազոտումն ոլորում-սեզմում յարվածային վիճակի գեպրում	205
Է. Վ. Բելյուրեկյան, Վ. Յ. Կեռունի—Ունեցված ուղղանկյուն սալի ամրությունն ետկրիտիկական վիճակում	261

ԻՆՏԵՐՍՊԵՐԻՆԱՄԻԿԱ

Ա. Ղ. Իոսիֆյան—Էլեկտրամագնիսական էներգիայի ճառագայթման ֆիզիկական հիմունքները	213
Ո. Ա. Ումիրնով—Էլեկտրադինամիկային կանոնային երկձևային ձևափոխությունը	265

ԱՌՈՋԿԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

- Կ. Ի. Ղսւյյան—Վերջավոր երկարության ներդրակից բնոի փոխանցումն երկու սե-
պածն առաձգական սաչերին 226
- է. Խ. Գրիգորյան—Անվերջ երկար վերադիրից կենտրոնացած հարմոնիկ ուժի փո-
խանցումն երկու առաձգական կիսահարթություններին 269

ՈՈՂՔԻ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

- Լ. Ա. Շեկյան—Աստիճանային օրենքով ամրապնդվող երկու պինդ մարմինների
հարվածի մասին 234

ՖԻԶԻԿԱ

- Կ. Մ. Ավագյանց, Վ. Մ. Հաբուսյունյան—Ուժեղ լեզիրացված կիսահարթիչնե-
րում Գաննի էֆեկտի տեսության հարցի շուրջը 32
- Կ. Մ. Ավագյանց, Չ. Ն. Աղամյան, Ս. Ա. Քառումյան—Ցածր էներգիայով օժտված
էլեկտրոնների ազդեցությունը՝ ցինկով կոմպենսացված սիլիցիումային S-դիոդների
բնութագրերի վրա 78
- Կ. Մ. Ավագյանց, Ս. Վ. Գոլմագյան—Արժաթով միախառնված n-սիլիցիումային
S-երկէլեկտրոդներում հոսանքի թելի մի քանի հատկությունները 162
- Կ. Գ. Ալուշյանց, Լ. Շ. Գրիգորյան, Կ. Ս. Սահակյան, է. Վ. Չուրաբյան—Միջու-
կային նյութում — կոնդենսատի առաջացման հարցի վերաբերյալ 166
- Ա. Հ. Մելիքյան, Ս. Հ. Սահակյան—Բազմամակարդակ սիստեմի քվազիէներգետիկ
սպեկտրի հետազոտում 241
- Ա. Հ. Աբոյան, Գ. Հ. Սեզիրգանյան, Յ. Հ. Էյրամջյան—Թենտգենյան ճառագայթման
ցուցաչափ 245
- Կ. Մ. Ավագյանց, Ռ. Ս. Բարսեղյան, Ս. Վ. Մինասյան—Նիկեյի խառնուրդով սիլի-
ցիումի հիման վրա ստեղծված $p^+ - n - n^+$ տիպի դիֆուզիոն սարքերի հետազոտությունը 274

ՌԻՄՈՒԿԱԿԱՆ ՖԻԶԻԿԱ

- Ռ. Տ. Մալխասյան, Ս. Ս. Ժուրկին, Ն. Ն. Տունիցկի—Ուղիղ և հակադարձ երկրոր-
դային իոն-մուլեկուլային ուռակցիաներ D_3^+ , A_1D^+ , N_2D^+ իոնների մասնակցությամբ 281

ԿԵՄԻՍՏԻԿԱ

- Յ. Կ. Հակոբյան, Լ. Ա. Հախվերդյան, Վ. Վ. Նաճապետյան, Յու. Գ. Սկովորոդկին—
Երկրայարժեքը կանխագուշակելու նպատակով երկրաֆիզիկական տեղական դաշտերի
փոփոխությունների առանձնահատկությունների ուսումնասիրումը Հայկական ՍՍՀ սեյս-
մոակտիվ շրջաններում 84
- Ա. Ի. Ավիլին, Ս. Վ. Հաբուսյունյան—Հայաստանի օֆիոլիտային գոտիներից
ներկայացված լիտովնեիտներում, կարրոնատային և հրաբխածին կալցիտ պարունակող
ապարներում առաձգական աչիքների տարածման արագությունը և խտությունը մինչև
20 կր ճնշման պայմաններում 89

ԼՆԵՐԿԻՏԻԿԱ

- Հ. Տ. Աղոնց—էներգահամակարգի ուժեղների կառավարման խնդիրները մոդելաց-
նելու համար նրա հանգույցները կառավարողների և շկառավարողների բաժանման
սկզբունքը 39

ՍԻՆՐԻԿՈՒԹԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Ա. Մ. Մխիթարյան, Ա. Ս. Սահակյան—Տուրբուլենտ ջերմափոխանակության հաշ-
վումը Հայկական ՍՍՀ-ի տարածքի համար 97
- Ա. Մ. Մխիթարյան, Ա. Ս. Սահակյան, Հ. Ս. Հակոբյան—Հայկական ՍՍՀ-ի տա-
րածքի ջերմային հաշվեկշիռի ուրվագրեր 172

ՎԱՅՅԱՆՑՈՒԹԱՒԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

Կ. Ա. Արզումանյան—Մի թանի ծառատեսակների բնափայտի մակերեսների վրա
հականեխիշների ջրային լուծույթների պահումը 104
Գ. Ա. Արզումանյան—Մամլված փայտանյութի կողմից բենոային հեղուկի կլանումը 286

ԻՐԿՐԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Կ. Ն. Մկրտչյան, Ս. Վ. Մարտիրոսյան—Իջևանի թարածխի հանքավայրի մասին 250

ՀՐԱՐԱՆՆԵՐԻ ՏՈՒԹՅՈՒՆ

Կ. Կ. Շիրինյան, Լ. Ք. Նահապետյան—Նոր տիպի բազալտներ Հայաստանում 45

ՌԻՓԻՄԻԱ

Յ. Մ. Ոսեանյան, Ռ. Ա. Ղաֆարյան, Վ. Ս. Սաֆարյան, Ա. Ա. Գալստյան—Հիպո-
թայամո—նեյրոհիպոֆիզար սիստեմի ինֆորմասսոմների անջատումը և իդենտիֆիկա-
ցիան 51
Ն. Խ. Ռունյաբյան, Կ. Գ. Ղարազյոզյան, Վ. Ս. Ողյան, Ն. Մ. Ամիրխանյան, Գ. Ա.
Իսուրչյան, Լ. Ք. Ամիրխանյան, Կ. Ս. Հակոբյան—Տոսֆոյիպիզային, անխաղաղ-ազո-
տային փոխանակության մի թանի կողմերի տեղաշարժերը շան գլխուղեղում այոթսա-
նային դիարեոսի ժամանակ 110
Փ. Ս. Գեվորգյան, Ա. Ս. Հովհաննիսյան—Իրիկամային հյուսվածքում ամինաթթու-
ների դեամինացման պրոցեսների կանոնավորման հարցի շուրջը 116
Ա. Ա. Գալստյան, Ռ. Ն. Կաբապետյան—Սոմատոսոմատիկ ազդեցությունն օքսիդա-
ցիոն ֆոսֆորիլացման վրա ճաղարների սրտի, հիպոթալամուսի, էրիկամների և լյարզի
միոտոքոնդրիաներում 179
Ա. Ս. Կիրակոսովա, Ս. Գ. Մանջիկյան, Ա. Ա. Գալստյան—Նեյրոհորմոն «С» և «К»
ազդեցությունն առնետների արյան պլազմայի կալիկրեին-կինինային սիստեմի վրա 291

ՍԻՐՈՔԻՄԻԱ

Ա. Ա. Աբրամյան, Ա. Շ. Գալստյան—Հողի կենսաքիմիական ուսումնասիրություն-
ներում բուֆերային լուծույթների կիրառման մասին 118
Կ. Ս. Դավթյան, Ք. Ք. Վարդանյան—Մթնոլորտային տեղումների ընդհանուր հան-
յայնացման փոփոխություններն ըստ Հայկական ՍՍՀ բնական գոտիների 122
Ա. Շ. Գալստյան, Գ. Վ. Ռազոյան—Հողի արխիսուլֆատազայի ակտիվության մասին 184

ՌՈՒՑՈՆԻ ԾԻՂԻՈՒԹՅՈՒՆ

Ն. Գ. Իոզրամյան, Ս. Ա. Մարտիրոսյան—Խաղողի ցրտադիմացկունության հար-
ցում ֆոսֆորիպիզների գերի մասին 54

ՄԻՋԱՏԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ա. Մ. Ֆարլոկով-Խենձորյան—Կարծրաթև-ստաֆիլինիդների երկու նոր տեսակ
ՍՍՀՄ-ից 60
Կ. Ս. Կասպարյան—Հեծյալների Scambus Hartig «և»-ի (Hymenoptera, Ichneu-
monidae) նոր տեսակ հայաստանից 120
Ա. Մ. Ֆարլոկով-Խենձորյան—Կարծրաթև-նեդթևանիների երկու նոր տեսակ Ճա-
ջիկաստանից (Coleoptera, Oedemeridae) 188
Ա. Մ. Ֆարլոկով-Խենձորյան—Catopidae-կարծրաթևների նոր տեսակ Սախային կղզուց
(Insecta, Coleoptera) 295

ՃԻՂԻՈՒԹՅՈՒՆ

Ղ. Ա. Վահրամյան—Գլխուղեղի լիմբիկ կեղևի նեյրոնային ակտիվության մասին 296

ԷՄԲՐԻՈՒԹՅՈՒՆ

Ա. Մ. Կաբապետյան—Հավի սաղմի ուղեղիկի Պարկինսոնի բջիջների ցիտոքիմիական բա-
նակական ուսումնասիրությունը 305
311

СОДЕРЖАНИЕ LIХ ТОМА

МАТЕМАТИКА

	Стр.
<i>Л. А. Матевосян</i> —Поверхности в некоторых римановых расслоенных пространствах	3
<i>Ю. А. Трахтман</i> —О делимости некоторых разностей, составленных из биномиальных коэффициентов	10
<i>И. В. Ковалишина, В. П. Попов</i> —И indefinitная метрика в проблеме Певанлины—Пика	17
<i>С. Г. Овсейн</i> —О конечноточечных бикомпактных и компактных расширениях топологических пространств	23
<i>Р. И. Овсейн</i> —О безусловной суммируемости рядов в линейных топологических пространствах	29
<i>Р. С. Галоян</i> —Об асимптотических свойствах функции $\tau_p(z; z_1)$	66
<i>И. В. Ковалишина</i> — J -растягивающие матрицы-функции и задаче Каратеодора	129
<i>А. В. Чакмазян</i> —О геодезических три-тканях на двумерном многообразии аффинной связности	136
<i>В. А. Нерсисян</i> —Интегральная геометрия на многообразии гиперплоскостей	141
<i>С. А. Орлов</i> —О сходимости и характере расходимости монотонных семейств аналитических J -сжимающих матриц-функций	191
<i>А. С. Машурян</i> —О рекурсивных определениях на индукционных моделях	192
<i>С. М. Меликян</i> —Конструктивные трансфинитные иерархии псевдочисел	257

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

<i>Р. С. Минасян</i> —Температурное поле движущегося призматического тела с прямоугольным поперечным сечением	148
---	-----

МЕХАНИКА

<i>Г. Е. Багдасарян</i> —Устойчивость проводящей пластинки в потоке проводящего газа при наличии магнитного поля	72
<i>С. С. Шигинян</i> —Некоторые контактные задачи для бесконечной пластинки с круговым отверстием, усиленной упругими накладками	151
<i>К. С. Карапетян, Р. А. Котикян</i> —Исследование прочности и деформаций цилиндрических бетонных оболочек при кручении с последующим сжатием	205
<i>Э. В. Белубекян, В. Ц. Глуми</i> —О прочности продольно сжатой прямоугольной пластинки в закритической стадии	261

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

<i>А. Г. Иосифян</i> —О физических принципах излучения электромагнитной энергии	213
<i>С. А. Смирнов</i> —Дуальное преобразование электродинамики как каноническое	265

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

- К. Г. Гулян—Передача нагрузки от струнгера конечной длины к двум клиновидным упругим пластинам 226
- Э. Х. Григорян—Передача гармонической сосредоточенной силы от струнгера бесконечной длины к двум упругим полуплоскостям 269

ТЕОРИЯ ПОЛЗУЧЕСТИ

- Л. А. Шекян—О соударении двух твердых тел, изготовленных из степенно упрочняющихся материалов 231

ФИЗИКА

- Г. М. Авакьянц, В. М. Арутюнян—К теории эффекта Ганна в сильнолегированных полупроводниках 32
- Г. М. Авакьянц, Э. Н. Адамян, С. А. Талужян—Действие электронов низких энергий на характеристики S-диодов из кремния, компенсированного цинком 78
- Г. М. Авакьянц, С. Г. Долмазян—Некоторые свойства шнура тока в S-диодах, из n-кремния с примесью серебра 162
- Г. П. Алоджинц, Л. Ш. Григорян, Г. С. Саакян, Э. В. Чубазян—К вопросу об образовании π -конденсата в ядерном веществе 168
- А. О. Меликян, С. Г. Саакян—Исследование квазиэнергетического спектра многоуровневой системы 241
- А. О. Абовян, П. А. Безирджян, Ф. О. Эиремджян—Цугоммер рентгеновского излучения 245
- Г. М. Авакьянц, Р. С. Барсегян, С. В. Минасян—Исследование диффузионных p^+ - n - p^+ структур на основе кремния с примесью никеля 274

ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

- Р. Т. Малхасян, Е. С. Журкин, Н. Н. Туницкий—Прямые и обратные вторичные ионно-молекулярные реакции с участием ионов D_3^+ , A_2D^+ и N_2^+D 281

ГЕОФИЗИКА

- Ц. Г. Акопян, Л. А. Ахвердян, В. В. Нигалетян, Я. П. Сквородкин—Исследование особенностей локального изменения геофизических полей сейсмоактивных районов Армянской ССР с целью поисков предвестников землетрясений. 84
- А. И. Левыкин, А. В. Арутюнян—Скорости упругих волн и плотность в карбонатных и изверженных кальцитсодержащих горных породах и известняках офиолитовых комплексов Армении при давлении до 20 кб 89

ЭНЕРГЕТИКА

- Г. Г. Адоянц—Принципы разделения узлов энергосистемы на управляемые и неуправляемые для ее моделирования в задачах управления режимами 39

МЕТЕОРОЛОГИЯ

- А. М. Мхитарян, А. С. Саакян—Определение турбулентного теплообмена на территории Армянской ССР 97
- А. М. Мхитарян, А. С. Саакян, А. С. Акопян—Контуры теплового баланса территории Армянской ССР 172

ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

- Г. А. Арзуманян—Удерживание водных растворов антисептиков поверхностями древесины некоторых пород 101
- 313

Г. А. Араумяня—Поглощение полярной жидкости древесной, подвергнутой прессованию	286
---	-----

ГЕОЛОГИЯ

К. А. Мкртчян, С. А. Мартиросян—Об Иджеванском месторождении каменных углей	251
---	-----

ВУЛКАНОЛОГИЯ

К. Г. Ширинян, Л. Б. Нагапетян—Новый тип базальтов в Армении	45
--	----

БИОХИМИЯ

Ф. М. Саилян, Р. А. Зихирян, В. С. Сафирян, А. А. Галоян—Выделение и идентификация информесом гипоталамо-нейрогипофизарной системы	51
--	----

Г. Х. Бунятян, К. Г. Карагезян, В. Б. Егян, О. М. Амирханян, Г. А. Туршян, Л. Т. Амирханян, Г. Е. Аюбян—Сдвиги некоторых сторон фосфолипидного и углеводно-азотистого обмена в мозге собаки при аллоксановом диабете	110
--	-----

М. С. Геворкян, А. С. Оганесян—К вопросу регуляции процессов деаминации аминокислот в почечной ткани	116
--	-----

А. А. Галоян, Р. О. Кирилетян—Влияние соматостатина на окислительное фосфорилирование в митохондриях сердца, гипоталамуса, почек и печени кошки	179
---	-----

А. С. Кирикосова, С. П. Манджикян, А. А. Галоян—Действие нейрогормонов «С» и «К» калликренин-кининовую систему плазмы крови крысы	291
---	-----

АГРОХИМИЯ

С. А. Абрамян, А. Ш. Галстян—О применении буферных растворов в биохимических исследованиях почв	118
---	-----

Г. С. Давтян, Т. Т. Вирданян—Изменение общей минерализации атмосферных осадков по природным зонам Армянской ССР	122
---	-----

А. Ш. Галстян, Г. В. Базоян—Об активности арилсульфатазы почвы	181
--	-----

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Д. Д. Догришаджян, С. А. Мирутян—О роли фосфолипидов в морозостойкости винограда	54
--	----

ЭНТОМОЛОГИЯ

С. М. Яблоков-Хизорян—Два новых вида жесткокрылых—стафилинид из СССР (Coleoptera, Staphylinidae)	60
--	----

Л. Р. Киспарян—Новый вид наездников рода <i>Scambus</i> Hartig (Hymenoptera, Ichneumonidae) из Армении	126
--	-----

С. М. Яблоков-Хизорян—Два новых вида жесткокрылых—узкокрылых из Таджикистана (Coleoptera, Oedemeridae)	198
--	-----

С. М. Яблоков-Хизорян—Новый представитель жесткокрылых — <i>Caloptidae</i> с острова Сахалин (Insecta, Coleoptera)	295
--	-----

ФИЗИОЛОГИЯ

Э. А. Ваграмян—О фоновой и вызванной активности нейронов передней лимбической коры	298
--	-----

ЭМБРИОЛОГИЯ

Е. М. Каралова—Цитохимическое количественное исследование белков в клетках Пуркинье мозжечка эмбрионов кур в процессе дифференцировки	305
---	-----

CONTENTS OF LIX VOLUME

MATHEMATICS	P.
<i>L. A. Matevosian</i> —Surfaces in some Riemann laminated spaces	3
<i>Yu. A. Trakhtman</i> —On the divisibility of certain differences consisting of binominal coefficients	10
<i>I. V. Kovallshina, V. P. Potapov</i> —Indefinite metric in the Nevanlinna—Pick problem	17
<i>S. G. Ousepian</i> —On the finite point bicomact and H-closed extensions of topological spaces	23
<i>R. I. Ousepian</i> —On unconditional summation of series in linear topological spaces	29
<i>R. S. Galoyan</i> —On the asymptotic properties of the function $\pi_p(z; z_k)$	65
<i>I. V. Covallshina</i> —I—Contactive matrix functions in the Carateodori problem	129
<i>A. V. Tchakmazian</i> —About the geodetic \mathfrak{F} -tissue on double measured multiform affinal connectedness	136
<i>V. A. Nerstian</i> —The integral geometry on varieties of hypersurfaces	141
<i>S. A. Orlov</i> —On convergence and divergence of monotone families of analytic — contractive matrix — functions	193
<i>A. S. Mashurian</i> —About recursive definitions on the induction models	199
<i>S. M. Melikian</i> —Constructive transfinite hierarchy of pseudonumbers	257
 APPLIED MATHEMATICS	
<i>R. S. Minasian</i> —Temperature field of a moving prismatic body with a rectangular cross-section	148
 MECHANICS	
<i>G. E. Bagdasarian</i> —The stability of a conducting plate in the flow of conducting gas in the presence of a magnetic field	72
<i>S. S. Shahintan</i> —Some contact problems for an infinite plate with circular hole, intensified with elastic stiffeners	154
<i>K. S. Karapetian, R. A. Kotikian</i> —The investigation of strength and deformation of cylindrical concrete shells during torsion with subsequent compression	205
<i>E. V. Belubekian, V. Ts. Gnuny</i> —The strength of longitudinal compressive rectangular plate in a post-critical state	261
 ELECTRODYNAMICS	
<i>A. G. Iosifian</i> —About the physical principles of radiation of electromagnetic energy	213
<i>S. A. Smirnov</i> —Dual conversion of electrodynamics as canonical	270
 THEORY OF ELASTICITY	
<i>K. G. Gulyan</i> —On the diffusion of load from a stiffener of finite length to the two wedge-shaped elastic plates	226
<i>E. X. Grlgorian</i> —Transfer of a harmonic concentrated force from a stringer of infinite length to two elastic semiplanes	265
	315

THEORY OF CREEP

- L. A. Shekian* — About the impact of two solid states, made of degree consolidation materials 234

PHYSICS

- G. M. Avakiants, V. M. Harutyounian* — On the theory of Hanu effect in highly alloyed conductors 32
- G. M. Avakiants', Z. N. Adamian, S. A. Tarumian* — Influence of low-energy electrons on S-diode characteristics for zinc-doped silicon semiconductors 78
- G. M. Avakiants, S. G. Dolmazian* — Some properties of current filament in S-diodes from n-Si compensated by silver 162
- G. P. Atojianz, L. Sh. Grigorian, G. S. Sahakian, E. V. Chubarlan* — About formation of π -condensat in nuclear matter 168
- A. H. Melickian, S. H. Sahakian* — The investigation of the quastenergetic spectrum of a multilevel system 241
- A. H. Aboyan, P. H. Bezirguntan, F. H. Etramiyan* — An instrument allowing the measurement of the length an x-ray wave-train 245
- G. M. Avakiants, R. S. Barsekian, S. V. Minasian* — Diffusion $p-n-n+$ structure research based on silicon with an admixture of nickel 274

CHEMICAL PHYSICS

- R. T. Malkhasian, E. S. Zhurkin, N. N. Tunitski* — Straight and reverse secondary ion molecule reactions with the participation of D_2^+ , ArD^+ and N_2D^+ ions 281

GEOPHYSICS

- Ts. G. Akopian, L. A. Akhverdian, V. V. Nahapettan, Y. P. Skovorodkin* — The investigation of peculiarities of the local changes of the geophysical field of seismoactive regions in Armenia for the purpose of finding ways to forecast earthquakes 84
- A. I. Levikin, A. V. Harutunian* — The velocities of elastic waves and the density in carbonaceous and igneous calcite containing rocks and listvenites of ophiolite complexes of Armenia under pressures up to 20 kb 89

ENERGETICS

- G. T. Adonts* — The principles of division of junctions of power systems into controlled and uncontrolled for its modeling in problems of control by regimes 39

METEOROLOGY

- A. M. Mkhitarian, A. S. Sahakian* — Determination of turbulent heat exchange on the territory of Armenia 97
- A. M. Mkhitarian, A. S. Sahakian, A. S. Hakobian* — Contours of the heat balance for the territory of Armenia 172

WOODSCIENCE

- G. A. Arzumanyan* — Retention of antiseptic water solution by the wood surface of some species 104
- G. A. Arzumanyan* — Polar liquid absorption by wood subjected to pressing 286

GEOLOGY

- K. A. Mkrtchian, S. V. Martirosyan* — The coal deposits of Idzhevan 250

VOLCANOLOGY

- K. G. Shirinian, L. B. Nahapettan*—New types of Armentian basalts 45

BIOCHEMISTRY

- F. M. Sahakian, R. A. Zakharian, V. S. Safarian, A. A. Galoyan*—The isolation and identification of informosomes of the hypothalamo-neurohypophysical system 51
- H. Ch. Buntatlan, C. G. Karageostan, V. B. Eglan, H. M. Amirkhantlan, G. H. Turshian, L. T. Amirkhanian, G. E. Hacobian*—Phospholipid, carbohydrate and nitrogen metabolism in alloxan diabeting dog brain 110
- J. S. Gevorkian, A. S. Oganessian*—On the regulation of deamination processes of amino acids in renal tissue 116
- A. A. Galoyan, R. O. Karapetian*—The effect of somatostatine on the oxidative phosphorylation in mitochondria of rabbit heart, hypothalamus, liver and kidneys 179
- A. S. Kirakosova, S. P. Manjikian, A. A. Galoyan*—The effect of neurohormones „C” and „K” on the kallikrein-kinin system of rat blood plasma 291

AGROCHEMISTRY

- S. A. Abramian, A. Sh. Galstian*—Application of standard buffers in biochemical investigations of soil 118
- G. S. Davtian, T. T. Vardanian*—Changes in the general mineralization of atmospheric rainfalls according to the natural zones of the Armentian SSR 122
- A. Sh. Galstian, G. V. Bazoyan*—About arylsulfatase activity of soil 184

PLANT PHYSIOLOGY

- H. D. Dogramajian, S. A. Marutian*—On the role of phospholipids in the frost hardness of the wine-grape 54

ENTOMOLOGY

- S. W. Yablokoff-Khuzorian*—Two new species of staphylinidae-beetles from USSR (Coleoptera, Staphylinidae) 60
- D. R. Kasparian*—New species of Ichneumonids of the genus *Scambus* Hartig (Hymenoptera, Ichneumonidae) from Armenta 126
- S. M. Yablokoff-Khuzorian*—Two new species of Coleoptera—Oedemeridae from Tadjikistan 188
- S. M. Yablokoff-Khuzorian*—A new species of coleoptera-catopidae from Sakalin 295

PHYSIOLOGY

- S. M. Vahramian*—Background and evoked activity of neurons of the anterior limbic cortex 298

EMBRYOLOGY

- E. M. Karalova*—Cytochemical quantitative investigations of the proteins in cerebellum Purkinje cells of chick embryos in differentiation 305
- Content of LIX volume 309

