ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ

XLVII, № 5
1968

Խմբագրական կոլեգիա

Է. Գ. ԱՖՐԻԿՅԱՆ, կենսաբանական գիտությունների թեկնածու, Ա. Թ. ԲԱԲԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Ա. ԹԱԼԱԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Մ. ԹԱԹԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ (պատ. խմբագրի տեղակալ), Ս. Հ. ՄԻՐԶՈՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ս. Ս. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագիր), Օ. Մ. ՍԱՊՈՆՋՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻՔԱՅԵԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ:

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик, Э. Г. АФРИКЯН, кандидат 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.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ
ԵՐԵՎԱՆ ЕРЕВАН

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՄԵԽԱՆԻԿԱ

Ա. Գ. Բագդոեվ — *Ճնշման որոշումը հարվածային ալիքների հատման տիրույթում* . . . 257

ՀԻԴՐՈԴԻՆԱՄԻԿԱ

Ա. Մ. Գասպարյան, Տ. Գ. Կոլչյան, Ն. Ա. Իկարյան — *Երկֆազ հոսանքի կրիտիկական արագության մասին* 265

ՀԻԴՐՈԱԵՐՈԴԻՆԱՄԻԿԱ

Ա. Մ. Բարխուդարյան — *Ակավառակի շրջհոսումը էկրանի մոտ* 268

ՐԱԿԵՏՆԵՐԱԿԱՆ ՍԵՅՍՄՈԼՈԳԻԱ

Ա. Գ. Նազարով, Ռ. Հ. Համասյան, Ս. Ս. Դարբինյան — *Կառուցվածքների վարքի ստոխաստիկ անալիզը երկրաշարժերի ժամանակ առաձգա-պլաստիկական դեֆորմացիաների հաշվառումով* 275

ՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ

Վ. Ի. Իսագուլյանց, Զ. Դ. Կուստանովիչ, Ս. Վ. Խոմկո — *Մի քանի տեղակալված 1,3 — դիօքսանների ԿՄՌ -սպեկտրները և կառուցվածքը* 281

ԲԻՈՔԻՄԻԱ

Ա. Շ. Գալստյան, Է. Ա. Հարությունյան — *Հողի սուլֆիդօքսիդազայի ակտիվության որոշման մեթոդը* 287

Ն. Հ. Եսայան, Լ. Ն. Առաքելյան — *Գամմա-ամինոկարագաթթվի ազդեցությունը առնետի ուղեղի նորադրենալինի ենթաբջջային տարաբաշխման վրա* 290

ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

Վ. Հ. Ղազարյան, Վ. Գ. Մատինյան — *Տերև—արմատ սֆերայում շաքարների շրջանառության մասին* 295

ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

Լ. Լ. Ղազարյան — *Ուղեղիկի կեղևի հրահրված էլեկտրական ակտիվությունը նորմալ կատուների մոտ՝ ի պատասխան լույսային գրգռման* 297

Ֆ. Ա. Ադամյան — *Ուղեղի կեղևի էլեկտրական ակտիվության վրա գամմա-ամինոկարագաթթվի ազդեցության մեխանիզմը կատուների օնտոգենեզում* 301

Մ. Վ. Խաչերյան — *Ուղեղիկի առանձին բջիջների միկրոէլեկտրոֆիզիոլոգիական ուսումնասիրությունը ձայնային գրգռման ժամանակ* 309

Բովանդակություն XLVII հատորի 313

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

МЕХАНИКА

А. Г. Багдоев — Определение давления в окрестности встречи ударных волн 257

ГИДРОДИНАМИКА

А. М. Гаспарян, Т. Г. Колчаян, Н. С. Икарян — О критической скорости двухфазного потока 265

ГИДРОАЭРОДИНАМИКА

А. М. Бархударян — Обтекание диска вблизи экрана 268

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ

А. Г. Назаров, Р. О. Амасян, С. С. Дарбинян—Стохастический анализ поведения сооружений при землетрясениях с учетом упруго-пластических деформаций 275

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. И. Исагулянц, З. Д. Кустанович, С. В. Хомко — ЯМР-спектры и структура некоторых замещенных 1,3-диоксанов 281

БИОХИМИЯ

А. Ш. Галстян, Э. А. Арутюнян—Метод определения активности сульфидоксидазы почвы 287

Н. А. Есаян, Л. Н. Аракелян — Влияние гамма аминомасляной кислоты на субклеточное распределение норадреналина в мозгу крыс 290

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. О. Казарян, В. Г. Матинян—О круговороте сахаров в сфере лист—корень 295

ФИЗИОЛОГИЯ

Л. Л. Казарян — Вызванная электрическая активность коры мозжечка нормальной кошки на вспышки света 299

Ф. А. Адамян — К механизму действия ГАМК на электрические потенциалы коры мозга в онтогенезе 304

М. В. Ханбабян — Микроэлектрофизиологический анализ нейроновой активности мозжечка при слуховых раздражениях 309

Содержание XLVII тома 313

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XLVII 1968 5

УДК 53.36

МЕХАНИКА

А. Г. Багдоев

Определение давления в окрестности встречи ударных волн

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. А. Амбарцумяном 7/V 1968)

Рассматривается задача о движении сжимаемой жидкости под действием давления, заданного на границе [1]

$$P_1 \quad |x| < Vt$$

$$P(x, 0, t) = 0 \quad |x| > Vt, \tag{1}$$

где t — время с начала движения, $0x$ направлена по границе жидкости, причем движение ограничено ударной волной ABB_1A_1 и в ABC, $P=P_1$. В полярных координатах $r_1\theta$ пересечение AB с BC дает точку B

$$r = a_1 t, \ \theta_1 = \theta_0 - \sqrt{\frac{n+1}{2}\gamma}, \ \gamma = \frac{P_1}{Bn}, \ \cos\theta_0 = \frac{a_0}{V}, \tag{2}$$

где $a_1 = a_0\left(1 + \frac{n+1}{2}\gamma\right)$, a_0 начальная скорость звука в жидкости с уравнением состояния

$$P = B\left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^n - B. \tag{3}$$

Если в окрестности B ввести координаты

$$r - a_1 t = \frac{n+1}{2} a_1 t \gamma \delta_1, \ \theta - \theta_1 = \sqrt{\frac{n+1}{2}\gamma}\, Y_1, \ \varphi = \frac{n+1}{2}\gamma^2 a_0^2 t \tag{4}$$

в первом порядке уравнение потенциала φ примет вид:

$$(\mu_1 - \delta_1)\frac{\partial^2\varphi}{\partial\delta_1^2} + \frac{1}{2}\frac{\partial\varphi}{\partial\delta_1} + \frac{1}{2}\frac{\partial^2\varphi}{\partial Y_1^2} = 0. \tag{5}$$

Точка B имеет координаты $\mu_1 = \nu_1 = \delta_1 = \varphi = 0$. (6)

Условия на ударной волне BB_1 имеют вид: $\mu_1 = \frac{\partial\varphi}{\partial\delta_1}$, $\nu_1 = \frac{\partial\varphi}{\partial Y_1}$,

$$\frac{d\delta_1}{dY_1} = -\sqrt{1 + 2\delta_1 - \mu_1}, \ \nu_1 - Y_1 + 1 = (1 + \mu_1)\sqrt{1 + 2\delta_1 - \mu_1} \tag{7}$$

и вблизи B упрощаются $\delta_1 = -Y_1$, $\nu_1 = \frac{\mu_1}{2}$. (8)

Решение вблизи неособых участков BC дает ([2]): $\frac{\partial^2\varphi}{\partial\delta_1^2}=\frac{1}{2}$, $\frac{\partial^2\varphi}{\partial Y_1\partial\delta_1}=0$, что не удовлетворяет (8). Поэтому точку B нужно считать особой. Около BC решение (5) имеет вид:

$$\varphi=\frac{1}{4}\,\delta_1^2-\frac{1}{6}\,\frac{\delta_1^3}{Y_1^2}. \tag{9}$$

Если искать решение (5) в виде ([2]):

$$\varphi=R(\rho)\,|Y|^{3k-p}+F(\rho)\,|Y|^{2k},\ \rho=-\frac{\delta_1}{|Y|^k}. \tag{10}$$

Можно найти уравнение

$$L(R,\ F)=0, \tag{11}$$

причем если учесть, что для конечности $\frac{\partial^2\varphi}{\partial\delta_1^2}$ необходимо $k\geqslant p$, останутся три возможных варианта $k\gtreqless 2$, $k\geqslant p$.

Можно показать, что при $k>2$ условия (8) не удовлетворяются.

Если $k<2$, не удается одновременно удовлетворить (8) и (9), причем при $k=1=p$ решение на BB_1 имеет вид:

$$\varphi=\frac{1}{4}\,\delta_1^2+\frac{1}{6}\,\delta_1 Y_1. \tag{12}$$

При $k=2=p$ все выражения (11) по порядку совпадут.

Тогда $R=0$, а для F получится

$$F''(4\rho^2+2\rho-2F')-F'(1+10\rho)+12F=0. \tag{13}$$

Начальное асимптотическое значение (9), тождественно удовлетворяя (13), не может служить начальным условием для решения (13). Асимптотика ([2]) решения (13) при больших ρ, соответствующих BB_1

$$F=C_1\rho^2+C_2\,\rho^{\frac{3}{2}}, \tag{14}$$

как и в случае $k>2$ не удовлетворяет (8).

В случае задачи о разряжении, $P_1<0$, AB дает непрерывный переход, а вблизи BC будет ударная волна ([3]).

Условия на ударной волне BC приводятся к виду:

$$\delta=\alpha Y^2,\ \ v=Y^3\left(\alpha^2-2\alpha+\frac{1}{2}\right). \tag{15}$$

Если искать решение в виде $\rho=\frac{\delta}{Y^2}$, $\varphi=Y^4F(\rho)$, где $F(\rho)$ удовлетворяет (13), из (15) можно получить условия:

$$2\alpha=-\sqrt{\alpha+\frac{1}{2}+F'(-\alpha)},\ F(-\alpha)=\frac{\alpha^2}{2}-\frac{\alpha}{2}+\frac{1}{8}. \tag{16}$$

Уравнение (13) приводится к интегральному

$$F=\left(\int_0^{\zeta}\frac{\Phi}{2\zeta^3}\alpha\zeta+\frac{1}{4}\right)\zeta^2+\left(-\int_0^{\zeta}\frac{\Phi}{2\zeta^{\frac{5}{2}}}\alpha\zeta\right)\zeta^{\frac{3}{2}},\ \Phi=2F''(F'-\zeta)+F',\ \zeta=\rho, \quad (17)$$

где учтено начальное условие (9). Если считать на BC, $\zeta=-\alpha$ малым и принять $F=\frac{1}{4}\zeta^2+\frac{A_2}{2}\zeta^3$, подставляя в (16) можно найти $\alpha=-0{,}82$, $A_2=1{,}86$, $\varphi=\frac{1}{4}\delta^2-0{,}93\frac{\delta^3}{Y^2}$ вблизи BC.

К задаче соединения ударных волн на каустике $y=H$ приводит предыдущее граничное условие, но для неоднородной по глубине жидкости с $a_0=a_0(y)$, $a_0(H)=V$.

Тогда ([4]) $y=H$ будет линией, где соединяется падающая и отраженная ударные волны, и давление там бесконечно.

Для устранения особенности можно учесть эффект вязкости, причем уравнение движения имеет вид:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial t^2}=\left(a_0^2+\frac{4}{3}\nu\frac{\partial}{\partial t}\right)\left(\frac{\partial^2 P}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 P}{\partial y^2}\right)+\frac{8\nu}{3a_0^2}\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{1}{a_0^2}\right)\frac{\partial^2 P}{\partial y\partial t}+$$
$$+\frac{4}{3}\frac{\nu}{a_0}\frac{\partial^2}{\partial y^2}\left(\frac{1}{a_0}\right)\frac{\partial P}{\partial t}. \quad (18)$$

Если учесть граничное условие для давления при $y=0$, $P=P_1$ если $|x|<Vt$, $P=0$ если $|x|>Vt$, и применить метод разделения переменных, а также учесть, что коэффициент кинематической вязкости ν существенен только при $y\approx H$ и поэтому можно два последних слагаемых в (18) отбросить и подставить вместо ν, $\nu\frac{a_0^2}{a_1^2}$, $a_1=a_0(H)$, полагая еще $\frac{1}{a_0^2}=\frac{1}{a_1^2}-\frac{2a_1' y_1}{a_1^3}$, $y_1=y-H$, решение (18) можно записать в виде:

$$P=\frac{1}{2\pi i}\int_{\sigma-i\infty}^{\sigma+i\infty}ds\,e^{st-s\tilde{T}}\,\Phi\left(k^{\frac{2}{3}}\eta\right)\frac{2P_{\text{геом.}}}{s}k^{\frac{1}{6}}e^{\frac{2}{3}\frac{\nu s^3}{a_1^2}\tilde{T}-i\frac{\pi}{4}}, \quad (19)$$

где берутся большие значения s, хотя и $\nu s\ll 1$.

Здесь $\eta=k^{\frac{2}{3}}\sqrt[3]{\frac{2a_1'}{a_1}}\left(y_1+\frac{2}{3}\frac{\nu s}{a_1' a_1}\right)$, $\Phi(x)$ функция Эйри, $s=-ia_1 k$, $P_{\text{геом.}}=P_1 H^{\frac{1}{4}}\left(\frac{2a_1'}{a_1}\right)^{\frac{1}{12}}$, $\tilde{T}=\frac{x}{a_1}+\sqrt{\frac{2a_1'}{a_1}}\frac{2}{3}\frac{H^{\frac{3}{2}}}{a_1}$ есть время пробега фронта волны от поверхности $y=0$ до линии $y=H$ и $x\approx\sqrt{\frac{a_1}{2a_1'}}\,2\sqrt{H}$.

Если учесть интегральное представление $\Phi(x)$ в виде:

$$\Phi\left(k^{\frac{2}{3}}\eta\right)=\frac{1}{2\pi}\int\limits_{-\infty}^{\infty} e^{ik\left(y_1\zeta-\frac{2}{3}R\frac{\nu s^3}{a_3^1}\zeta+i\frac{R}{6}k\zeta^3\right)}\left(\frac{R}{2}\right)^{\frac{1}{3}}k^{\frac{1}{3}}\,d\zeta, \tag{20}$$

которое получается из обычного заменой $\xi=\zeta k^{\frac{1}{3}}$, $\left(\frac{2}{R}\right)^{\frac{1}{3}}$, $\frac{1}{R}$, $=\frac{2a_1}{a_1}$,

причем $\zeta\approx\frac{1}{k^{\frac{1}{3}}}$ малая величина, после подстановки в (19) и перехода к оригиналам можно найти $P=\rho_0 a_1\frac{\partial\varphi}{\partial x}$,

$$\varphi=\frac{P_1}{\rho_0 a_1}\frac{1}{\pi}\frac{H^{\frac{1}{4}}}{\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)}\left(\frac{2}{R}\right)^{-\frac{1}{4}}\int\limits_{-\infty}^{\infty}d\zeta\int\limits_{-\infty}^{\infty}\left(-x+\zeta y_1+\frac{R}{6}\zeta^3-\tau\right)^{\frac{1}{2}}\times$$

$$\times\frac{e^{-\frac{\tau^2}{\lambda\left(\frac{R}{a_1}\zeta+\widetilde{T}\right)}}}{\sqrt{\lambda\pi\left(\frac{R}{a_1}\zeta+\widetilde{T}\right)}}d\tau, \tag{21}$$

где обозначено $a_1\widetilde{T}-a_1 t=x$ (отличающееся от прежнего x), и $\lambda=\frac{8}{3}\nu$.

Если в (18) перейти к переменным y_1, x, можно найти, отбрасывая малые высокого порядка

$$\frac{2}{a_1}\frac{\partial^2\varphi}{\partial x\partial t}+\frac{2y_1}{R}\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial y_1^2}-\frac{4}{3}\frac{\nu}{a_1}\frac{\partial^3\varphi}{\partial x^3}=0. \tag{22}$$

Предполагая $\frac{\partial^2\varphi}{\partial x\partial t}=0$, следует проверить, что (21) удовлетворяет (22). Интегрированием по частям, с учетом $\frac{\partial\varphi}{\partial x}=\frac{\partial\varphi}{\partial\tau}$ получится

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}y_1+\frac{1}{2}\frac{\partial^2\varphi}{\partial y_1^2}=-\frac{P_1}{\rho_0\pi a_1}\frac{H^{\frac{1}{4}}\left(\frac{2}{R}\right)^{-\frac{1}{4}}}{\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)}\frac{1}{2}\times$$

$$\times\int\limits_{-\infty}^{\infty}d\zeta\frac{1}{\sqrt{-x+\zeta y_1+\frac{R}{6}\zeta^3-\tau}}\int\limits_{-\infty}^{\infty}\frac{\partial}{\partial\zeta}\frac{e^{-\frac{\tau^2}{\lambda\left(\frac{R}{a_1}\zeta+\widetilde{T}\right)}}}{\sqrt{\lambda\pi\left(\frac{R}{a_1}\zeta+\widetilde{T}\right)}}d\zeta. \tag{23}$$

Если к $\frac{\partial^3\varphi}{\partial x^3}$ применить повторное интегрирование по частям, в силу равенства $\frac{\partial}{\partial\zeta}\frac{e^{-\frac{\tau^2}{\lambda x_1}}}{\sqrt{x_1}}=\frac{\lambda}{4}\frac{\partial^2}{\partial\tau^2}\frac{e^{-\frac{\tau^2}{\lambda x_1}}}{\sqrt{x_1}}$, $x_1=\frac{R}{a_1}\zeta+\tilde{T}$ можно проверить удовлетворения (22), где $\frac{\partial^2\varphi}{\partial x\partial t}=0$. Следует учесть, что поскольку по (22) $x\approx y_1^{\frac{3}{2}}$ из (21) $\zeta\approx y_1^{\frac{1}{2}}$, т. е. существенны лишь малые значения ζ.

Тогда, вообще говоря, в (21) можно полагать $x_1\approx\tilde{T}$.

Обозначая через $\varphi_0(x, y_1)$ решение для идеальной жидкости, можно записать решение в виде:

$$\varphi=\int\limits_{-\infty}^{\infty}\varphi_0(x-\tau, y_1)\frac{e^{-\frac{\tau^2}{\lambda\tilde{T}}}}{\sqrt{\pi\lambda\tilde{T}}}d\tau. \tag{24}$$

Такое же выражение получается в однородной жидкости при прохождении ударной волны вблизи каустики, причем в этом случае можно полагать $\tilde{T}=t$, а $\frac{1}{R}$ означает кривизну каустики. Для такого случая можно убедиться, что (24) удовлетворяет полному уравнению (22), причем $\frac{\partial^2\varphi}{\partial x\partial t}$ компенсирует отсутствие ζ в выражении x_1 в (24).

Для давления имеет место снова (24), и если учесть выражения для давления в идеальной жидкости ([1]), можно найти

$$P=\int\limits_{-\infty}^{x-\alpha}P_{\text{геом.}}P_{-\frac{1}{6}}\left(\frac{x-\tau}{\alpha}\right)\frac{e^{-\frac{\tau^2}{\lambda t}}}{\sqrt{\pi\lambda t}}d\tau+\int\limits_{x+\alpha}^{\infty}P_{\text{геом.}}\sqrt{3}\,P_{-\frac{1}{6}}\left(\frac{-x+\tau}{\alpha}\right)\times$$

$$\times\frac{e^{-\frac{\tau^2}{\lambda t}}}{\sqrt{\pi\lambda t}}d\tau+\int\limits_{x-\alpha}^{x+\alpha}2P_{\text{геом.}}P_{-\frac{1}{6}}\left(\frac{x-\tau}{\alpha}\right)\frac{e^{-\frac{\tau^2}{\lambda t}}}{\sqrt{\pi\lambda t}}d\tau+\int\limits_{x+\alpha}^{\infty}P_{\text{геом.}}\frac{2}{\pi}\times$$

$$\times Q_{-\frac{1}{6}}\left(\frac{-x+\tau}{\alpha}\right)\frac{e^{-\frac{\tau^2}{\lambda t}}}{\sqrt{\pi\lambda t}}d\tau, \tag{25}$$

причем $P_{\text{геом.}}=A_2|y_1|^{-\frac{1}{4}}$ есть решение на фронте волны вдали от каустики, $\alpha=\frac{2}{3}(-y_1)^{\frac{3}{2}}\left(\frac{2}{R}\right)^{\frac{1}{2}}$.

На самой каустике $y_1=0$, используя выражения $P_{-\frac{1}{6}}$, $\Phi_{-\frac{1}{6}}$ можно найти

$$P=\frac{1}{\pi}\frac{\Gamma\left(\frac{1}{3}\right)\Gamma\left(\frac{5}{12}\right)\left(1+\sqrt{3}\right)}{3^{\frac{1}{6}}\,\Gamma\left(\frac{5}{6}\right)}\left(\frac{2}{R}\right)^{\frac{1}{12}}\frac{A_2}{2a_1^{\frac{1}{6}}}\frac{1}{(\lambda t)^{\frac{1}{12}}}. \tag{26}$$

Следует учесть, что по (21), $\tau\approx\sqrt{\nu}\approx x\approx y_1^{\frac{3}{2}}$, поэтому в отличие от случая нелинейности, где $x\approx\gamma^{\frac{6}{5}}$, $y_1\approx\gamma^{\frac{4}{5}}$ в случае учета вязкости $x\approx\nu^{\frac{1}{2}}$, $y_1\approx\nu^{\frac{1}{3}}$, $\varphi\approx\gamma\, y_1^{\frac{5}{4}}$, и условие $\gamma\nu^{\frac{5}{12}}\ll\nu$ соответствует возможности пренебрежения нелинейностью.

При исследовании линейной задачи для вязкой жидкости можно воспользоваться преобразованием Лапласа по t и заменить в решении для идеальной жидкости параметр $\frac{s}{a_0}$ через $\frac{s}{\mu}$, причем $\mu=\sqrt{a_0^2+\frac{4}{3}\nu s}$, $\nu s\ll 1$. Тогда для преобразованного потенциала $\bar{\varphi}$ можно найти

$$\bar{\varphi}=\bar{\varphi}_0\, e^{\frac{2}{3}\frac{\nu s^2 D}{a_0^3}}, \tag{27}$$

где ν—коэффициент кинематической вязкости, $D\approx a_0 t$ есть расстояние вдоль луча от начального положения фронта волны до каустики, а решение для идеальной жидкости $\bar{\varphi}_0$ имеет вид ([5])

$$\bar{\varphi}_0=A(is)^{-\frac{3}{2}}\, e^{-\frac{sD}{a_0}}\,\Phi\left(-k^{\frac{2}{3}}\eta\right), \tag{28}$$

где $k=is$, $\eta=-\left(\frac{2}{R}\right)^{\frac{1}{3}}y$, переменные $y=y_1$ и $x=D-a_1t$ указаны выше, $\Phi(x)$—функция Эйри, $\frac{1}{R}$—разность нормальных кривизн луча и каустики. Тогда решение линейной задачи примет вид (24), где $\tilde{T}=D$, а φ_0 дается ([4]).

Следует показать, что (24) удовлетворяет (22), где $y_1'=y$. Если учесть, что имеет место уравнение ([3]):

$$\frac{\partial^2\varphi_0}{\partial x^2}\frac{y}{R}+\frac{1}{2}\frac{\partial^2\varphi_0}{\partial y^2}=0 \tag{29}$$

и в силу (24) $\frac{\partial^3\varphi}{\partial x^3}=-\frac{1}{a_1}\frac{\partial}{\partial\tau}\left(\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}\right)$, после подстановки (24) в (22), оно примет вид:

$$\int_{-\infty}^{\infty}\left(\frac{\partial\varphi_0}{\partial x}\frac{-\lambda t+2\tau^2}{2\lambda t^2}+\frac{4\nu\tau}{3a_1\lambda t}\frac{\partial^2\varphi_0}{\partial x^2}\right)\frac{e^{-\frac{\tau^2}{\lambda t}}d\tau}{\sqrt{\pi\lambda t}}=0, \tag{30}$$

которое удовлетворяется, поскольку под интегралом находится

$$\frac{\partial}{\partial\tau}\left(\frac{\partial\varphi_0}{\partial x}\, e^{-\frac{\tau}{\lambda t}}\,\tau\right).$$

Следует учесть, что в силу (24) имеет место $\tau \approx (\nu t)^{\frac{1}{2}}$, $x \approx \tau$, $y \approx x^{\frac{2}{3}}$. Тогда второе и третье слагаемые в (22) имеют порядок $\frac{\varphi}{(\nu t)^{\frac{2}{3}}}$, в то время как первое и четвертое имеют порядок $\frac{\varphi}{(\nu t)^{\frac{1}{2}}}$ и, следовательно, вязкое слагаемое для не малых значений $\frac{a_1 t}{R}$ значительно меньше второго и третьего слагаемого, хотя и совпадает по порядку с их суммой. Тем не менее учет вязкости устраняет особенность при $x=0$, $y=0$. Если $\frac{a_1 t}{R} \approx \gamma^{\frac{2}{5}}$, то все слагаемые в (28) имеют порядок $\gamma^{\frac{2}{5}}$.

В общем случае условие пренебрежения нелинейностью $\varphi \ll \nu$. При учете вязкости и нелинейности решение нелинейной системы

$$\frac{\partial v_x}{\partial y} = \frac{\partial v_y}{\partial x},\ \left(\frac{y}{R} + \frac{n+1}{2a_1} v_x\right)\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{1}{2}\frac{\partial v_y}{\partial y} = \frac{2}{3}\frac{\nu}{a_1}\frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2},\ v_x = \frac{\partial\varphi}{\partial x},\ v_y = \frac{\partial\varphi}{\partial y}$$

(или, если обозначить $v_{x_1} = y + \frac{n+1}{2a_1} v_x$, $v_{y_1} = x + \frac{n+1}{2a_1} v_y$, $\frac{\partial v_{x_1}}{\partial y} = \frac{\partial v_{y_1}}{\partial x}$, $\frac{v_{x_1}}{R}\frac{\partial v_{x_1}}{\partial x} + \frac{1}{2}\frac{\partial v_{y_1}}{\partial y} = \frac{2}{3}\frac{\nu}{a_1}\frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2}$), может быть взято в виде [6] $A = \frac{1}{R\frac{4}{3}\frac{\nu}{a_1}}$,

$$v_{x_1} = \frac{\alpha^2}{n+1} - \left(1 - \frac{\alpha^2}{n+1}\right)\mathrm{th}\left\{A\left(1 - \frac{\alpha^2}{n+1}\right)(x + \alpha y)\right\},$$

$$v_{y_1} = -\alpha\left(1 - \frac{\alpha^2}{n+1}\right) - \alpha\left(1 - \frac{\alpha^2}{n+1}\right)\mathrm{th}\left\{A\left(1 - \frac{\alpha^2}{n+1}\right)(x + \alpha y)\right\},$$

$$\alpha = \mathrm{const}$$

которое может рассматриваться как вязкое решение, описывающее окрестность пересечения маховской ударной волны с параболической линией.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Ա. Գ. ԲԱԳԴՈԵՎ

Ճնշման որոշումը հարվածային ալիքների հատման տիրույթում

Դիտարկվում է երկու տեսակ AB և BC ալիքների հատման կետի մոտ ոչ գծային խնդրի ուսումնասիրություններ։

Ցույց է տրված, որ նախորդ լուծումները, որոնք բավարարում էին գծային լուծման հետ կարելու պայմանին, չեն բավարարում առաջին կարգում հարվածային ալիքի պայմաններին։ Երկու մասնավոր խնդիրների համար ստացված են լուծումները, որոնք բավարարում են նշված պայմաններին և հաշվի են առնվում ճնշման գրադիենտի խզումը նշված տիրույթում։ Ուսումնասիրվում է գծային մածուցիկ լուծումը կառատիդայի մոտ։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. Г. Багдоев*, Некоторые нелинейные задачи о движении сжимаемой жидкости, Ереван, 1967. [2] *Б. М. Булах*, ПММ, т. XXV, № 2 (1961). [3] *А. Г. Багдоев*, ДАН АрмССР, т. XLV, № 4 (1967). [4] *А. Г. Багдоев*, ДАН АрмССР, т. XLVI, № 1 (1968). [5] *Ю. А. Кравцов*, „Радиофизика", № 4, 1964. [6] *Sichel*, Phys. Fluids, 5, 1962.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XLVII 1968 5

ГИДРОДИНАМИКА

УДК 627.74

Член-корреспондент АН Армянской ССР **А. М. Гаспарян**,
Т. Г. Колчаян, Н. С. Икарян

О критической скорости двухфазного потока

(Представлено 29/VI 1968)

При движении двухфазного потока (жидкость — твердые частицы) в горизонтальном напорном трубопроводе различают два режима движения: первый, когда вся твердая фаза находится в движении и второй, когда часть твердой фазы образует осадок на дне трубопровода. Очевидно, что на грани этих двух режимов двухфазный поток находится в неустойчивом, как принято говорить, критическом состоянии, когда малейшее изменение какого-нибудь параметра приводит его к переходу от первого режима ко второму, и наоборот.

Наиболее важным из этих параметров двухфазного потока является скорость V. Переход от одного режима к другому осуществляется при критической скорости транспортирования. Если средняя скорость потока $V > V_{кр}$, то твердые частицы перемещаются во взвешенном состоянии, а в случае $V < V_{кр}$ наблюдается выпадение твердых частиц на дно трубопровода.

Многими авторами, в том числе и нами, установлено, что величина $V_{кр}$ зависит от многих факторов: диаметров трубопровода и частиц D и d, объемной расходной концентрации твердой фазы ε, плотности фаз $\rho_т$ и $\rho_ж$, вязкости жидкости $\mu_ж$, а также формы частиц (степень сферичности). Однако функция

$$V_{кр} = f(D,\ d,\ \varepsilon,\ \rho_т,\ \rho_ж,\ \mu_ж) \tag{1}$$

сложна и эмпирические формулы, предложенные различными авторами очень разноречивы.

Нашими экспериментами обнаружена простая связь между $V_{кр}$ и ε, когда все прочие факторы постоянны, а именно:

$$V_0 = V_{кр}(1 - \varepsilon) = \text{const}, \tag{2}$$

где: V_0, как это следует из выражения (2), является скоростью чистой жидкости, отнесенной к полному сечению трубопровода.

Таким образом, для данной двухфазной системы (и данного трубопровода) существует некоторая скорость чистой жидкости V_0, или некоторый расход чистой жидкости $Q_0 = \frac{\pi}{4} D^2 V_0$, величина которых

	Опытные данные				Расчетная скорость, V_0	Средняя скорость, V_0	Источник опытных данных
	D, *мм*	d, *мм*	ε	$V_{кр}$, *см/сек*			
1	3,53	0,028	0,1	75	67,5	67,15	Наши опыты
	3,53	0,028	0,2	84	67,1		
	3,53	0,028	0,25	90	67,5		
	3,53	0,028	0,3	95	66,5		
2	7,15	0,028	0,05	75	71,3	71,7	Наши опыты
	7,15	0,028	0,1	80	72		
	7,15	0,028	0,2	90	72		
	7,15	0,028	0,3	102	71,4		
3	7,15	0,195	0,05	95	90,25	90,49	Наши опыты
	7,15	0,195	0,1	100	89,5		
	7,15	0,195	0,2	112	90		
	7,15	0,195	0,25	123	92,2		
4	14	0,195	0,05	130	123,5	124,3	Наши опыты
	14	0,195	0,1	135	121,5		
	14	0,195	0,15	145	123,2		
	14	0,195	0,2	155	124		
	14	0,195	0,25	170	127,5		
	14	0,195	0,3	180	126		
	14	0,195	0,35	190	123,5		
5	25	0,2	0,06	118	111	111,04	Опыты Блэтч в обработке Кнороза ([3])
	25	0,2	0,086	120	110,5		
	25	0,2	0,117	126	111,3		
	25	0,2	0,159	135	111,35		
6	100	0,4	0,0305	200	196	197,6	Данные Карасика и Асауленко ([1])
	100	0,4	0,061	210	197		
	100	0,4	0,122	230	200		
7	202	0,28	0,0305	265	256	253	Данные Коберника и Войтенко ([2])
	202	0,28	0,0915	283	256		
	202	0,28	0,122	291	257		
	202	0,28	0,183	300	246		
8	410	0,25	0,061	270	254	251,7	Данные Карасика и Асауленко ([1])
	410	0,25	0,122	285	253		
	410	0,25	0,183	300	248		
9	614	0,28	0,061	350	329	329	Данные Коберника и Войтенко ([2])
	614	0,28	0,122	370	329		
10	800	0,28	0,061	395	371	374	
	800	0,28	0,122	430	377		
	800	0,28	0,1525	445	377		

не зависит от содержания твердой фазы в гидросмеси. Если известна величина критической скорости $V_{кр}$ в данной трубе при некоторой расходной концентрации твердой фазы ε, то, определив V_0 из уравне-

ния (2), можно определить $V_{кр}$ для любых других значений ε. Если поток очень разбавлен и $\varepsilon \to 0$, то $V_{кр} \to V_0$, то есть в случае одной частицы $V_{кр} = V_0$.

Степень соответствия действительности уравнения (2) видна из вышеприведенной таблицы.

Как видно из таблицы, в которой приведены данные из четырех различных источников, уравнение (2) вполне оправдывается в широком диапазоне изменений диаметров трубопровода (от 3,53 *мм* до 300 *мм*), диаметров частиц (от 0,028 до 0,4 *мм*) и объемной концентрации твердой фазы (от 0,03 до 0,35). В каждой группе опытов, в которой D и d постоянны (постоянны также плотности фаз и вязкость жидкости), V_0 также практически постоянна. Максимальное отклонение V_0 от среднего значения составляет 3%.

Таким образом для двухфазного потока, состоящего из жидкости и твердых частиц, и движущегося по горизонтальному трубопроводу, установлена новая экспериментальная закономерность, выраженная уравнением (2).

Институт органической химии
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ բղթակից-անդամ Ա. Մ. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ, Տ. Գ. ԿՈԼՋԱՅԱՆ,
Ն. Ս. ԻԿԱՐՅԱՆ

Երկֆազ հոսանքի կրիտիկական արագության մասին

Հորիզոնական տեղափոխման խողովակագծերում հեղուկ-պինդ երկֆազ հոսանքը բնորոշվում է երկու ռեժիմով՝ ա) երբ $V > V_{кр}$ (պինդ մասնիկները շարժվում են խողովակի ամբողջ լայնքով), և բ) երբ $V < V_{кр}$ (պինդ մասնիկների մի մասը նստվածք է գոյացնում խողովակի հատակին)։ Մի ռեժիմից մյուսին անցումը կարող է տեղի ունենալ հոսանքի պարամետրերից որևէ մեկի փոփոխմամբ, ընդ որում դրանցից ամենագլխավորը երկֆազ հոսանքի V գծային արագությունն է։ Նշված ռեժիմների սահմանագծում երկֆազ հոսանքի $V_{кр}$ արագության որոշումը շատ կարևոր խնդիր է հանդիսանում, սակայն (1) ֆունկցիայի բարդության պատճառով տարբեր հեղինակների կողմից մինչև այժմ առաջարկված էմպիրիկ բանաձևերը հակասական են։

Մեր փորձերից հաստատվել է (2) պարզ առնչությունը, որտեղից հետևում է, որ տվյալ պայմանների համար գոյություն ունի մաքուր հեղուկի որոշակի մի արագություն V_0, որը հաստատուն է պինդ մասնիկների ε ծավալային կոնցենտրացիայի փոփոխման ամբողջ տիրույթի համար։ Մեր և այլ հեղինակների փորձերի տվյալները լիովին հաստատում են այդ օրինաչափությունը տարբեր պայմանների փոփոխման լայն տիրույթում։ Աղյուսակի տվյալներից հետևում է, որ V_0-ի առավելագույն շեղումը նրա միջին արժեքից կազմում է 3 տոկոս։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *В. М. Карасик, И. А. Асауленко*, Напорный гидротранспорт песчаных материалов, Киев, 1966. [2] *С. Г. Коберник, В. И. Войтенко*, Напорный гидротранспорт хвостов горнообогатительных комбинатов, Киев, 1967. [3] *В. С. Кнороз*, Известия ВНИИГ им. Веденеева, т. 30, 1941.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XLVII 1968 5

УДК 532.5

ГИДРОАЭРОДИНАМИКА

А. М. Бархударян

Обтекание диска вблизи экрана

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Л. Шагиняном 1/VII 1968)

В работе ([1]) рассматривалось движение крыла круговой в плане формы вблизи экрана. Построена функция $\Phi(r, \theta, z)$, которая удовлетворяет всем граничным условиям поставленной задачи, кроме условия конечности скорости у задней кромки крыла. Первая производная этой функции по r обращается в бесконечность порядка $1/\sqrt{\delta}$ вдоль всего контура круга, где δ расстояние частицы от кромки крыла.

Для построения решения интересующей нас задачи обтекания диска вблизи экрана положим

$$\varphi_n(r, \theta, z) = \Phi_n(r, \theta, z) + H_n(r, \theta, z) \qquad (n = 1, 2).$$

В качестве функции $H(r, \theta, z)$ можно взять функцию потенциала скорости чисто циркуляционного обтекания диска, построенную Н. Е. Кочиным ([2]):

$$H(x, y, z) = \sum_{n=0}^{\infty} C_n H_n(x, y, z)$$

и определить коэффициенты C_n так, чтобы первые производные от $\varphi(r, \theta, z)$ оставались бы конечными вблизи задней кромки крыла. Тогда получим две бесконечные системы уравнений — одну для определения коэффициентов C_n с четными индексами, а другую — для определения коэффициентов с нечетными индексами.

Однако коэффициенты этих уравнений не убывают с достаточной быстротой, потому мы взамен этой функции построим функцию $H(r, \theta, z)$, характеризующую чисто циркуляционное обтекание диска вблизи экрана и построенную тем же методом что и $\Phi(r, \theta, z)$.

Так как все вихри лежат в плоскости xy, то в вихревой полосе, в двух симметричных относительно плоскости xy точках значения $\partial H/\partial z$ должны быть одинаковы, а $\partial H/\partial y$ будет отличаться только знаком. Согласно условию непрерывности скорости, при переходе через поверхность разрыва, на полосе Σ, производная $\partial H/\partial x$ — не должна терпеть разрыва.

Для обеспечения условия на поверхности крыла следует брать

$$\left.\frac{\partial H_n}{\partial z}\right|_{z=0} = 0 \qquad \text{при } o \leqslant r \leqslant a.$$

Построим гармонические функции $H_1(r, \theta, z)$ и $H_2(r, \theta, z)$, удовлетворяющие следующим граничным условиям:

$$\left.\frac{\partial H_2}{\partial z}\right|_{z=0} = 0, \qquad (o \leqslant r \leqslant a) \tag{1}$$

$$H_2|_{z=0} = \begin{cases} \sum\limits_{n=0}^{k-1} E_n \int\limits_0^\infty J_{n+1}(\lambda a) J_n(\lambda y)\, d\lambda, & (r > a,\ 0 < \theta < \pi) \\ 0, & (r > a,\ \pi < \theta < 2\pi) \end{cases} \tag{2}$$

$$\left.\frac{\partial H_1}{\partial z}\right|_{z=0} = 0, \qquad (o \leqslant r \leqslant a) \tag{3}$$

$$\left.\frac{\partial H_1}{\partial z}\right|_{z=-h} = 0, \qquad (o \leqslant r < \infty) \tag{4}$$

$$H_1|_{z=0} = \begin{cases} -\sum\limits_{n=0}^{k-1} E_n \int\limits_0^\infty J_{n+1}(\lambda a) J_n(\lambda y)\, d\lambda, & (r > a,\ o < \theta < \pi) \\ 0 & (r > a,\ \pi < \theta < 2\pi). \end{cases} \tag{5}$$

Учитывая условие симметричности задачи и то обстоятельство, что функции H_1 и H_2 должны быть периодическими относительно θ и что при $z \to +\infty$ и $r \to \infty$ эти функции и их частные производные должны быть ограничены, положим ([1]):

$$H_2 = \sum_{k=1}^{\infty} \sin k\theta \int\limits_0^\infty J_k(\lambda r) P_k(\lambda) e^{-\lambda z}\, d\lambda, \tag{6}$$

$$H_1 = \sum_{k=1}^{\infty} \sin k\theta \int\limits_0^\infty J_k(\lambda r) [D_k(\lambda) e^{\lambda z} + Q_k(\lambda) e^{-\lambda z}]\, d\lambda. \tag{7}$$

Величины $P_k(\lambda)$, $D_k(\lambda)$ и $Q_k(\lambda)$ определяются из граничных условий, налагаемых на функции H_1 и H_2.

Из условий (1) и (2) получим:

$$\int\limits_0^\infty \lambda J_k(\lambda r) P_k(\lambda)\, d\lambda = 0, \qquad (r \leqslant a) \tag{8}$$

$$\sum_{k=1}^{\infty} \sin k\theta \int\limits_0^\infty J_k(\lambda r) P_k(\lambda)\, d\lambda = \begin{cases} \sum\limits_{n=0}^{k-1} E_n \dfrac{r^n \cos^n \theta}{a^{n+1}}, & (y \leqslant a,\ 0 < \theta < \pi) \\ 0 & (y > a \text{ или } \pi < \theta < 2\pi) \end{cases}$$

Разлагая $\cos^n \theta$ в ряд в интервале $(0, \pi)$ по синусам

$$\cos^n \theta = \sum_{k=1}^{\infty} F_{kn} \sin k\theta,$$

получаем

$$P_k(\lambda) = \sqrt{2}\,\lambda^{\frac{1}{2}} \sum_{n=0}^{k-1} \frac{F_n F_{kn}}{a^{n+1}} \cdot \frac{\Gamma\left(\frac{k-n+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{k-n}{2}\right)} \int_a^\infty t^{n+\frac{1}{2}} J_{k+\frac{1}{2}}(\lambda t)\, dt. \quad (9)$$

Из условия (4)

$$Q_k(\lambda) = D_k(\lambda)\, e^{-2\lambda h}, \quad (10)$$

а из условий (3) и (5) получим следующее интегральное уравнение Фредгольма второго рода

$$D_k(\lambda) + Q_k(\lambda) = -P_k(\lambda) + \quad (11)$$

$$+ 2\lambda^{\frac{1}{2}} \int_0^a x J_{k+\frac{1}{2}}(\lambda x) \int_0^\infty t^{\frac{1}{2}} J_{k+\frac{1}{2}}(tx)\, Q_k(t)\, dt dx.$$

Подставляя значение $P_k(\lambda)$ в (6), получаем:

$$H_2(r, \theta, 0) = \begin{cases} \frac{2}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \sin k\theta \sum_{n=0}^{k-1} \frac{E_n F_{kn}}{a^{n+1}} \cdot \frac{\Gamma\left(\frac{k-n+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{k-n}{2}\right)} r^k \int_r^\infty \frac{t^{n-k} dt}{\sqrt{t^2 - r^2}}, & r > a \\ \frac{2}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \sin k\theta \sum_{n=0}^{k-1} \frac{E_n F_{kn}}{a^{n+1}} \cdot \frac{\Gamma\left(\frac{k-n+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{k-n}{2}\right)} r^k \int_a^\infty \frac{t^{n-k} dt}{\sqrt{t^2 - r^2}}, & r \leqslant a. \end{cases}$$

Вычисляя $(\partial H_2/\partial r)_{z=0}$ и обозначая через $0(1)$ сумму всех величин, остающихся конечными при $r \to a - 0$, получаем:

$$\left.\frac{\partial H_2}{\partial r}\right|_{z=0} = \frac{1}{\sqrt{a^2 - r^2}} \cdot \frac{2}{\sqrt{\pi}} \sum_{k=1}^{\infty} \sin k\theta \sum_{n=0}^{k-1} \frac{E_n F_{kn}}{a} \cdot \frac{\Gamma\left(\frac{k-n+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{k-n}{2}\right)} + 0(1). \quad (12)$$

Вычисляя $\partial H_2/\partial \theta$ можно доказать, что при $r \to a$ остается конечной. Вычислим значение $\partial H_2/\partial z$ при $z = 0$.

$$\left.\frac{\partial H_2}{\partial z}\right|_{z=0} = -\sum_{k=1}^{\infty} \sin k\theta \sum_{n=0}^{k-1} \frac{E_n F_{kn}}{\sqrt{2}\, a^{n+1}} \cdot \frac{\Gamma\left(\frac{k-n+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{k-n}{2}\right)} \int_a^\infty t^{n+\frac{1}{2}} \times$$

$$\times \int_0^\infty \lambda^{\frac{3}{2}} J_k(\lambda r) J_{k+\frac{1}{2}}(\lambda t)\, d\lambda\, dt.$$

Учитывая, что

$$\int_0^\infty \lambda^{\frac{3}{2}} J_k(\lambda r) J_{k+\frac{1}{2}}(\lambda t)\, d\lambda = \begin{cases} 0 & \text{при} \quad r < t \\ -\dfrac{\sqrt{2}\, t^{k+\frac{1}{2}}}{r^k \sqrt{\pi}\,(r^2 - t^2)^{\frac{3}{2}}} & \text{при} \quad r \geqslant t, \end{cases}$$

получаем

$$\left.\frac{\partial H_2}{\partial z}\right|_{z=0} = \begin{cases} 0 & \text{при} \quad r \leqslant a \\ \sum\limits_{k=1}^{\infty} \sin k\theta \sum\limits_{n=0}^{k-1} \dfrac{E_n F_{kn}}{\sqrt{\pi} a^{n+1} \cdot r^k} \cdot \dfrac{\Gamma\left(\dfrac{k-n+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\dfrac{k-n}{2}\right)} \displaystyle\int_a^r \frac{t^{k+n+1}}{(r^2 - t^2)^{\frac{3}{2}}}\, dt & r > a. \end{cases}$$

При приближении к контуру круга в пределе получим:

$$\left.\frac{\partial H_2}{\partial z}\right|_{\substack{z=0 \\ r \to a+0}} \to 0.$$

Построенная нами функция H характеризует такое потенциальное течение, при котором на поверхностях крыла нормальные составляющие скорости обращаются в ноль, на плоскости $z = 0$, вне диска $\partial H/\partial x = 0$, а на полосе Σ величины H и $\partial H/\partial y$ — терпят разрыв.

Таким образом функция $H(r, \theta, z)$ представляет собой потенциал скорости чисто циркуляционного обтекания диска вблизи экрана.

Коэффициенты E_n определяются так, чтобы скорости частиц у задней кромки крыла оставались конечными. Для их определения получается следующее уравнение

$$\left.\frac{\partial \Phi}{\partial r}\right|_{\substack{z=0 \\ r \to a}} = -\left.\frac{\partial H}{\partial r}\right|_{\substack{z=0 \\ r \to a}}. \tag{13}$$

Таким образом, функция $\varphi(r, \theta, z)$ полностью удовлетворяет всем поставленным условиям и является потенциалом скорости абсолютного движения жидкости, вызываемого перемещением диска с постоянной скоростью c, параллельно оси x, при условии, что на задней кромке крыла выполняется условие Жуковского—Чаплыгина о конечности скорости. Перейдем к вычислению гидродинамических сил.

Применяя формулу Бернулли в случае установившегося обтекания крыла и отбрасывая малые величины второго порядка, получаем следующее выражение для определения давления на поверхности крыла:

$$p = p_0 - \rho c \left(\frac{\partial \varphi}{\partial r} \sin\theta + \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial \theta} \cos\theta\right)_{z=0}, \tag{14}$$

где p_0 — значение давления на бесконечности.

Разница давлений на нижних и верхних точках крыла будет:

$$p_- - p_+ = \rho c \left[\left(\frac{\partial \varphi_2}{\partial r} - \frac{\partial \varphi_1}{\partial r} \right) \sin\theta + \frac{1}{r} \left(\frac{\partial \varphi_2}{\partial \theta} - \frac{\partial \varphi_1}{\partial \theta} \right) \cos\theta \right]_{z=0}.$$

Для вычисления подъемной силы имеем выражение

$$P = \iint\limits_S (p_- - p_+)\, r dr d\theta.$$

Так как при построении $\Phi(r, \theta, z)$ ([1]) функции нормальной составляющей скорости были разложены в ряды в промежутке $(0, \pi)$ по синусам, которые имеют нечетные продолжения в соседний промежуток $(0, -\pi)$, то для определения нормальной составляющей скорости у поверхности крыла в интервале $(0, -\pi)$ данное разложение должно быть взято с обратным знаком, потому и при вычислении подъемной силы Φ не участвует.

Если потенциал скорости чисто циркуляционного обтекания представить в виде

$$H(r, \theta, z) = \sum_{k=1}^{\infty} \sin k\theta \cdot h_k(r, z),$$

получим

$$P = 2\rho c \int_0^{\pi} \int_0^{a} \left(\frac{\partial \varphi_2}{\partial r} \sin\theta + \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi_2}{\partial \theta} \cos\theta \right) \cdot r dr d\theta = \pi \rho c a\, h_1(a, 0). \qquad (15)$$

Функцию, определяющую циркуляцию скорости в вихревой полосе, можно выразить тригонометрическим рядом, если считать, что $y = a\cos\theta$

$$\Gamma(y) = \sum_{k=1}^{\infty} B_k \sin k\theta, \qquad B_k = 2 \sum_{n=0}^{k-1} \frac{F_{kn} E_n}{a}.$$

При этом для подъемной силы получим ([2]):

$$P = \frac{\pi}{2} \rho c a B_1,$$

для лобового сопротивления имеем

$$W = \frac{\pi}{8} \rho \sum_{k=1}^{\infty} k \cdot B_k^2,$$

для момента сил относительно оси x:

$$M_x = \frac{\pi}{4} \rho c a^2 B_2.$$

1. В качестве примера берем $z = \alpha / 2a^2 [(x + a^2) + y^2] - \alpha$. В этом случае получим $P = 1{,}047\, \rho c^2 a \alpha$, $W = 0{,}268\, \rho c^2 \alpha^2$. Таким образом, при одном и том же максимальном отклонении от оси x, то есть, при $\alpha = \text{const}$, с увеличением радиуса крыла пропорционально увеличи-

ается подъемная сила, а лобовое сопротивление остается постоянным. Если средний уклон α/a остается постоянным, с увеличением радиуса увеличивается как подъемная сила, так и лобовое сопротивление.

2. Рассмотрим движение диска в безграничной жидкой среде, когда уравнение нижней поверхности имеет вид $z_1 = \alpha/2a^2[(x+a)^2 + y^2] - \alpha$, а верхней — $z_2 = \alpha x/a$ (рис. 1).

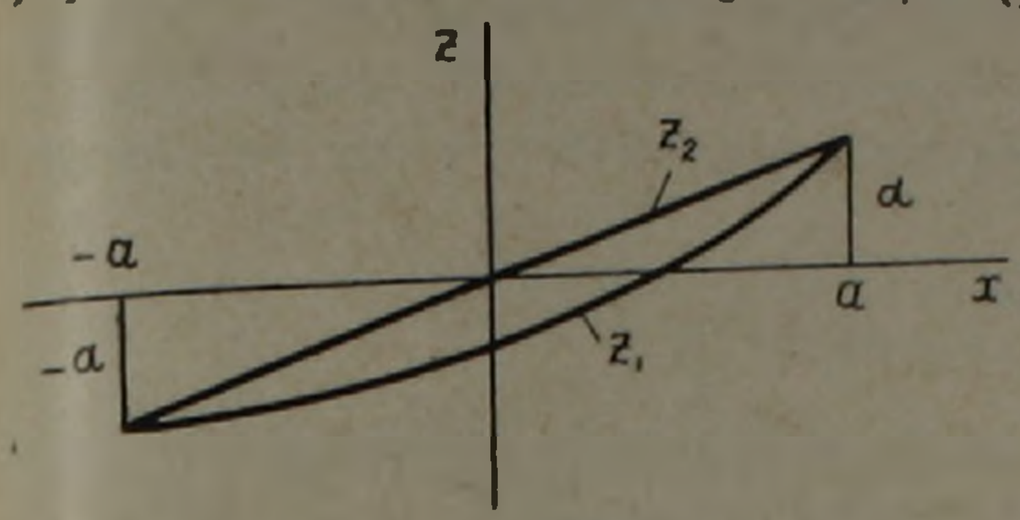


Рис. 1.

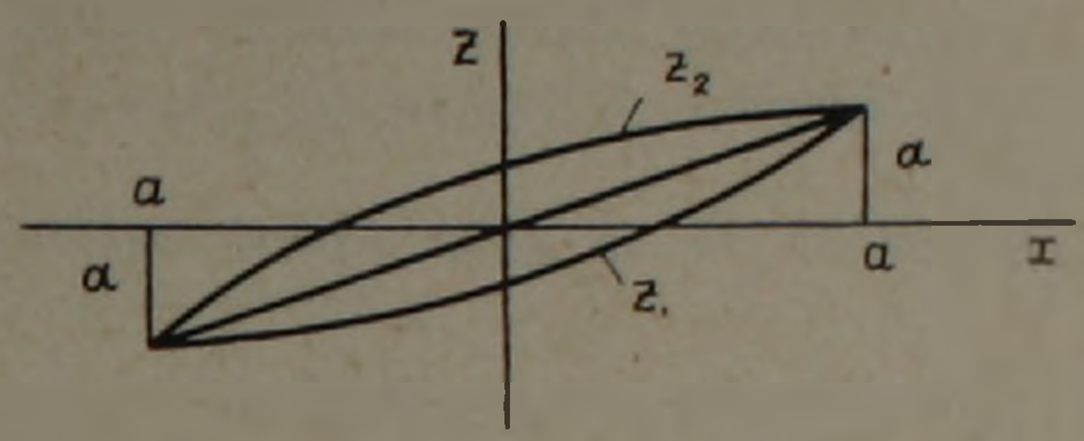


Рис. 2.

В этом случае получим

$$P = \frac{2}{3}\pi\rho c^2 a\alpha, \quad W = 0{,}8152,\ \rho c^2\alpha^2.$$

3. В качестве последнего примера рассмотрим движение диска, когда уравнение нижней поверхности задано в форме $z_1 = \alpha/2a^2[(a+x)^2 + y^2] - \alpha$, а верхней — $z_2 = -\alpha/2a^2[(a-x)^2 + y^2] + \alpha$ (рис. 2).

При этом

$$A_k(\lambda) = F_1(\lambda) + F_2(\lambda), \qquad C_k(\lambda) = F_1(\lambda) - F_2(\lambda),$$

$$F_1(\lambda) = \frac{c\alpha}{a^2}\cdot\frac{\sin\frac{k\pi}{2}}{\Gamma\left(\frac{3+k}{2}\right)\Gamma\left(\frac{3-k}{2}\right)}\int_0^a t^2 J_k(t\lambda)\,dt,$$

$$F_2(\lambda) = -\frac{\sqrt{2}\,c\alpha}{\pi a}\cdot\frac{1-\cos k\pi}{k}\cdot\frac{\Gamma\left(\frac{k+2}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{k+3}{2}\right)}\lambda^{\frac{1}{2}}\int_0^a t^{\frac{3}{2}} J_{k+\frac{1}{2}}(\lambda t)\,dt.$$

$$P = \pi\rho c^2 a\alpha, \qquad W = 1{,}822\,\rho c^2\alpha^2.$$

Таким образом, для подъемной силы и лобового сопротивления получаются те же значения, что и при движении тонкого крыла в безграничной жидкой среде, когда уравнение поверхности задано в форме $z = \alpha x/a$.

Ереванский политехнический институт
им. К. Маркса

ПА-11.056.

Ա. Մ. ԲԱՐԽՈՒԴԱՐՅԱՆ

Սկավառակի շրջեռսումը էկրանի մոտ

Հոդվածում դիտարկված է շրջանաձև թևի շարժումը էկրանի մոտ։ Նախորդ աշխատանքում (1) կառուցված էր Φ (r, θ, z) ֆունկցիան, որը բավարարում է դրված խնդրի բոլոր պայմաններին, բացի թևի հետևի եզրագծում արագության վերջավոր լինելու պայմանից։

Դրված խնդրի լուծումը ստանալու համար արագության պոտենցիալը վերցրված է Φ տեսքով։ Տրված է H ֆունկցիային վերագրվող եզրային պայմանները և այդ ֆունկցիայի կառուցումը։

Հաշվված են մի քանի թվային օրինակներ։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. М. Бархударян*, „Известия АН АрмССР", сер. мех., т. XXI, № 5 (1968). [2] *Н. Е. Кочин*, Собрание сочинений, т. II, М.—Л., 1949. [3] *Р. О. Кузьмин*, Бесселевы функции, М.—Л., 1935. [4] *B. B. Noble*, Proc. of the Cambridge philosophical society (Mathematical and physical sciences) Vol. 59, part 2, 1963.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XVLII 1968 5

УДК 550.34

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ

Академик АН Армянской ССР **А. Г. Назаров**,
Р. О. Амасян, С. С. Дарбинян

Стохастический анализ поведения сооружений при землетрясениях с учетом упруго-пластических деформаций

(Представлено 5/VII 1968)

В статье ([1]) был предложен прием оценки с вероятностной точки зрения поведения сооружения при землетрясении. Здесь приводится попытка применения этого предложения к анализу поведения сооружения с учетом упруго-пластических деформаций. Известно, что решение такого рода задач представляет большие трудности с позиций существующих стохастических теорий сейсмостойкости. На это имеются указания многих авторов ([2–4]).

Рассмотрим колебания системы с одной степенью свободы, упруго-пластические свойства которой характеризуются билинейной диаграммой, показанной на рис. 1. Дифференциальное уравнение такой системы для разных зон нагружения и разгружения можно представить следующим образом ([5]):

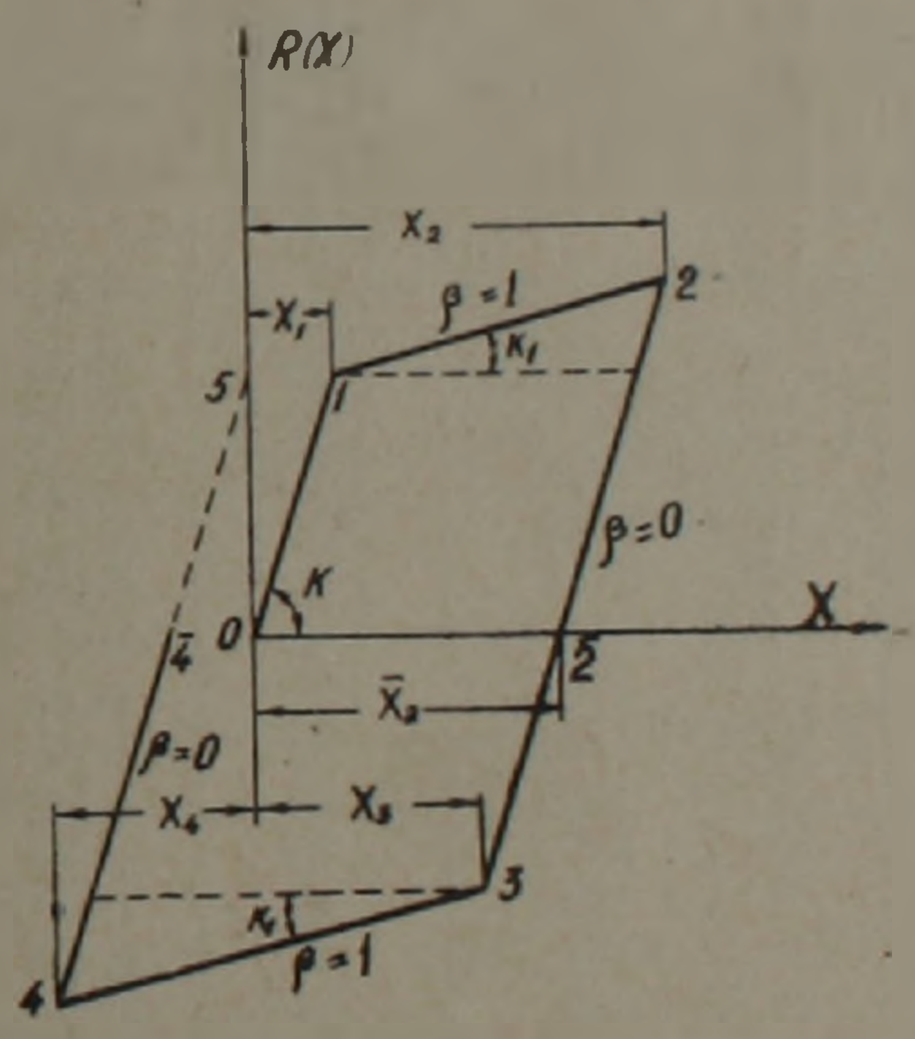


Рис. 1. Диаграмма „Сила перемещения".

$$x'' + \frac{2\pi}{T}\alpha x' + \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 [(1-\beta_k\lambda)x + \lambda\beta_k x_k - (1-\beta_k)\bar{x}_k - \beta_k\bar{x}_{k-1}] = -x_0^{\cdot\cdot}, \tag{1}$$

где $x_0^{\cdot\cdot}(t)$ — закон колебания почвы, который дается в виде акселерограммы, T — период собственных колебаний системы в упругой стадии, α — коэффициент затухания, λ — коэффициент упрочнения, β_k — постоянный параметр, принимающий следующие значения для разных зон нагружения и разгружения

$$\beta_k = \begin{cases} 0, \text{ при } k = 0,\ 2,\ 4\cdots \\ 1, \text{ при } k = 1,\ 2,\ 3\cdots \end{cases}$$

$\bar{x}_k$ — перемещения в точках полной разгрузки, то есть значения остаточных перемещений.

$$\bar{x}_k = \lambda \sum_{i=1}^{k/2} (x_{2i} - x_{2i-1}) \qquad (k = 2, 4,\ 6\cdots).$$

x_k — значения перемещений в нечетных точках перехода от одной зоны к другой.

$$x_k = \bar{x}_{k-1} + (-1)^{\frac{k-1}{2}} \cdot x_1 \qquad (k = 3,\ 5,\ 7 \cdots).$$

Так, например, чтобы получить уравнение движения в участке *7—8* диаграммы (рис. 1), принимаем $k = 7$, $\beta_7 = 1$, в результате получим:

$$x'' + \frac{2\pi}{T}\alpha x' + \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 [(1-\lambda)x + \lambda x_7 - \bar{x}_6] = -x_0''. \qquad (2)$$

Ясно, что для получения решения (2) необходимо иметь решения для всех предыдущих звеньев ломаной индикаторной диаграммы. Для решения поставленной задачи нами были табулированы акселерограммы 13-ти 7-балльных землетрясений, имевших место в США ([6]). Основные характеристики этих землетрясений приведены в табл. 1

Таблица 1

Основные параметры землетрясений

№№ землетрясений	Дата землетрясений	Расстояние от эпицентра, *км*	Период, *сек*	Ускорения в долях, *g*	Горизонтальная составляющая	Принятый интервал табулирования, *сек*	Шаг табулирования, *сек*
1	3/X 1941	24	0,38	0,078	60	9,61	0,0200
2	12/I 1954	42	0,30	0,070	20	8,57	0,0143
3	11/IX 1938	20	0,18	0,093	42	8,20	0,0182
4	18/XI 1948	195	0,25	0,062	81	8,70	0,0179
5	13/IV 1949	60	0,88	0,059	66	17,32	0,0200
6	7/X 1951	53	0,67	0,038	9	8,81	0,0200
7	21/VII 1952	100	0,68	0,049	20	14,52	0,0330
8	21/VII 1952	80	0,50	0,076	50	14,91	0,0327
9	22/IX 1952	42	0,43	0,071	60	4,86	0,0180
10	30/XII 1952	48	0,20	0,098	9	4,28	0,0185
11	21/XII 1954	40	0,55	0,142	40	12,34	0,0222
12	18/V 1940	11	0,20	0,065	50	9,70	0,0190
13	18/V 1940	14	0,20	0,048	47	7,08	0,0190

Имея функцию $x_0''(t)$ в табличной форме, интегрирование (1) мы осуществили с помощью ЭВМ „Раздан-2", методом Рунге-Кутта. Сначала была решена упругая задача ($\lambda = 0$) для всех 13-ти землетрясений и определены максимальные значения ускорений и перемещений.

При решении упруго-пластической задачи необходимо иметь значение перемещения, соответствующего пределу упругости, то есть перемещение в точке *1* диаграммы „сила—перемещение". Для этого нами было выбрано наименьшее значение перемещения из всех 13-ти максимумов, определенных в пределах упругости. Припишем этому наименьшему перемещению предел упругости. Тогда при всех остальных 12-ти землетрясениях получим упруго-пластические деформации в рассматриваемой конструкции. Для них мы решаем упруго-пластическую задачу.

Конечно, эта условность может быть заменена какой-либо другой условностью, поскольку мы не имеем дело с реальным сооружением и рассматриваемый пример является лишь иллюстрацией к предложенному приему стохастического анализа.

Все вычисления выполнены для значений периода собственных колебаний $T = 0{,}3$ *сек* и коэффициента затухания $\alpha = 0{,}12$. Была решена также задача идеально пластической системы, то есть когда $\lambda = 1$. Результаты всех вычислений сведены в табл. 2. Здесь же приводятся значения остаточных перемещений, средние и среднеквадратичные значения всех определяемых величин.

Таблица 2

Значения приведенных ускорений, максимальных и остаточных смещений

№ землетрясений \ λ	$\lvert\ddot{x}\rvert_{max}$, *см/сек²*			$\lvert x\rvert_{max}$, *см*			$\lvert x_{ост}\rvert$, *см*	
	0	0,5	1,0	0	0,5	1,0	0,5	1,0
1	232,5	145,7	87,6	0,523	0,471	0,403	0,087	0,069
2	202,4	152,6	87,6	0,462	0,475	0,529	0,140	0,283
3	201,1	129,7	87,6	0,457	0,335	0,313	0,030	0,013
4	204,3	148,0	87,6	0,464	0,515	0,467	0,001	0,243
5	185,9	133,3	87,6	0,423	0,455	0,449	0,123	0,111
6	154,7	120,3	87,6	0,349	0,308	0,295	0,034	0,032
7	87,6	—	—	0,199	—	—	—	—
8	121,4	107,0	87,6	0,281	0,280	0,325	0,027	0,100
9	157,6	119,4	87,6	0,354	0,345	0,480	0,074	0,281
10	92,1	89,5	87,6	0,208	0,208	0,208	0,004	0,009
11	300,0	229,9	87,6	0,644	0,676	3,636	0,140	1,316
12	121,1	105,3	87,6	0,270	0,280	0,288	0,022	0,088
13	93,1	90,3	87,6	0,212	0,212	0,212	0,006	0,013
Средние значения	165,4	130,9	87,6	0,373	0,380	0,634	0,057	0,213
Среднеквадратичные значения	176,5	135,8	87,6	0,395	0,403	1,109	0,077	0,407

Эти результаты табулировались в вариационные ряды, которые затем оформлялись в виде гистограмм. Для каждой гистограммы подбирались теоретические кривые плотности распределения вероятностей.

Статистическая обработка показала, что распределение вероятности значений максимальных ускорений и максимальных перемещений рассматриваемой системы асимметричны. Не исключена возможность, что дополнительная асимметрия могла быть вызвана ограниченностью количества использованных землетрясений.

Удовлетворительное согласие эмпирических и теоретических распределений получено нами при помощи распределения Грам-Шарлье ([7]). Мы ограничивались при этом первыми тремя членами ряда:

$$y(z) = C_0 e^{-\frac{(z-m)^2}{2\sigma^2}} + C_3 \frac{d^3}{dz^3} e^{-\frac{(z-m)^2}{2\sigma^2}} + C_4 \frac{d^4}{dz^4} e^{-\frac{(z-m)^2}{2\sigma^2}}.$$

Здесь коэффициенты C_j определяются по формулам:

$$C_0 = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}}, \quad C_j = C_0 \int_{-\infty}^{\infty} H_j(\eta)\, y(z)\, dz,$$

где $H_j(\eta)$ — полиномы Чебышева,

$$\eta = \frac{z-m}{\sigma}.$$

Оценки математического ожидания m и среднеквадратического отклонения σ осуществлялись по формулам:

для математического ожидания:

$$m = a + \frac{b \sum n_b \xi_j}{n},$$

для среднеквадратического отклонения:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n}\left(b^2 \sum n_b \xi_z^2\right) - (m-a)^2},$$

где ξ_z — случайная величина, вводимая для упрощения промежуточных расчетов — $\xi_z = \frac{z-a}{j}$, n_b — частота случаев, a — произвольное число, вводимое для удобства расчетов (ложный нуль), n — объем выборок. Проверки согласия эмпирических и теоретических распределений при помощи критерия Пирсона — χ^2 дали положительные результаты.

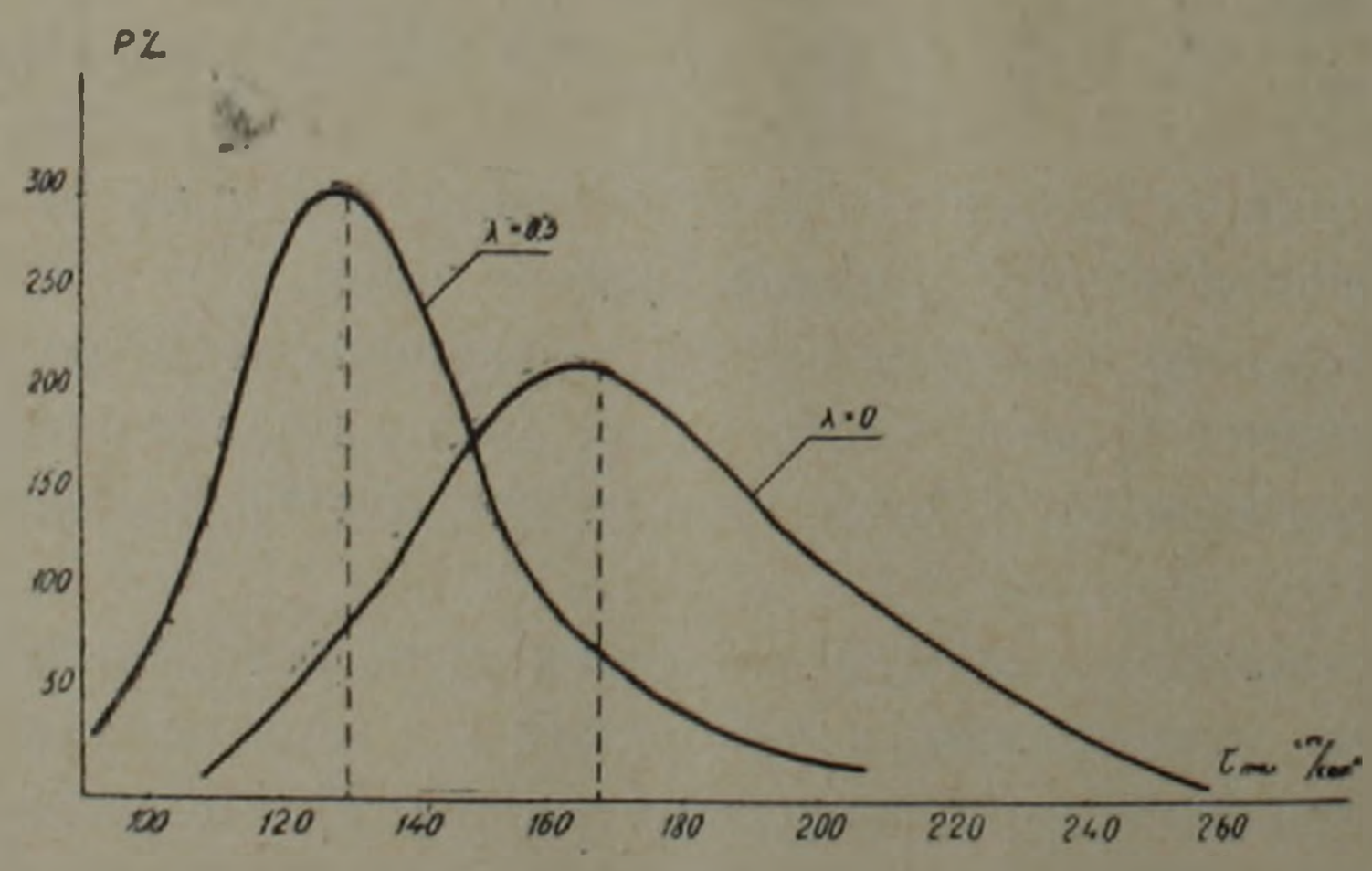


Рис. 2. Кривые распределения вероятностей приведенных ускорений.

На рис. 2 приведены теоретические кривые распределения вероятностей максимальных ускорений для рассматриваемой системы. Как следует из этого графика, среднее значение максимального уско-

рения при упругом решении задачи на 28% выше среднего значения при упруго-пластическом решении задачи. Примерно в таком же соотношении находятся их среднеквадратические отклонения. При рассмотрении распределений максимальных перемещений (рис. 3) наблю-

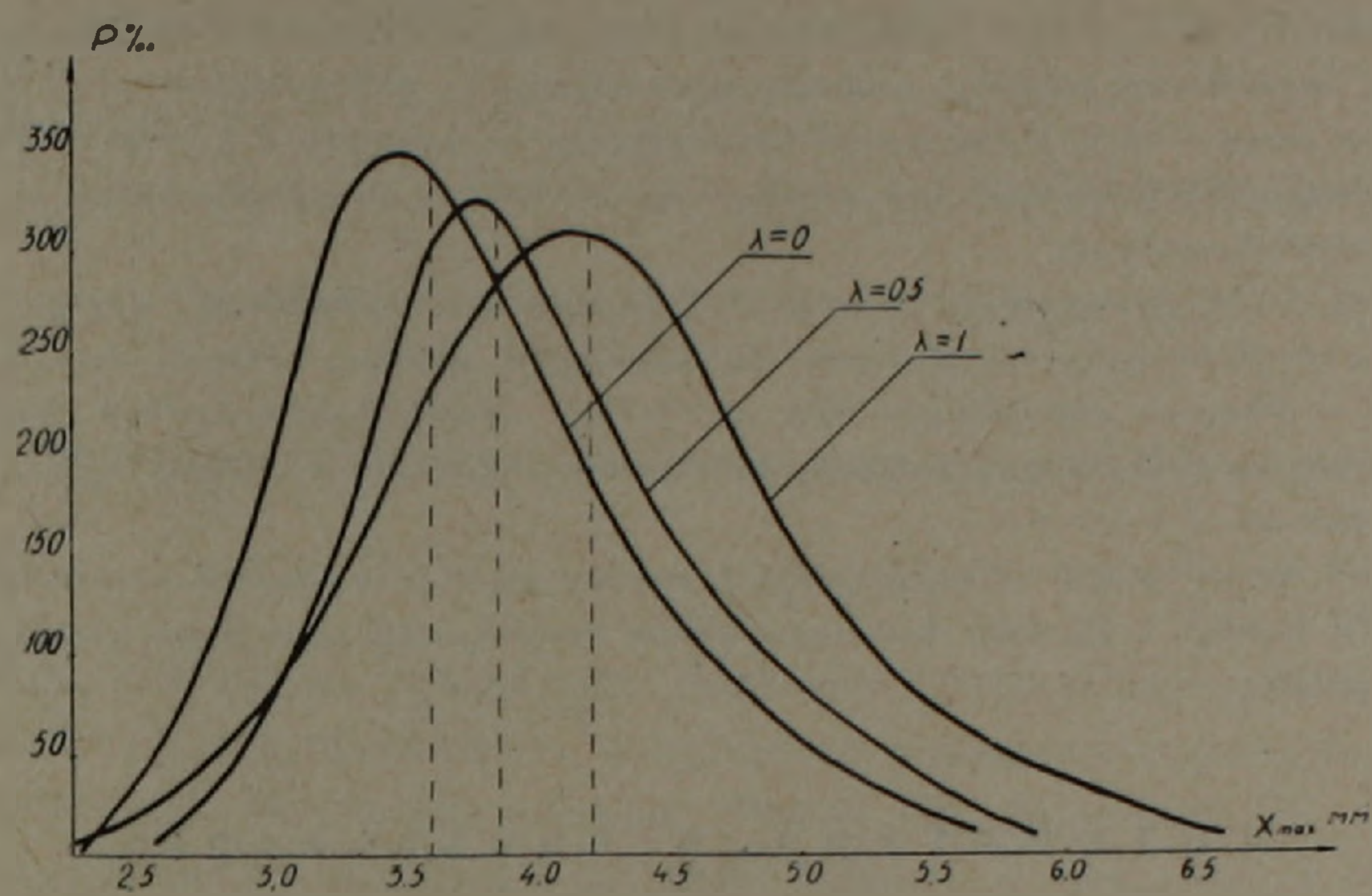


Рис. 3. Кривые распределения вероятностей максимальных перемещений.

дается обратная картина; максимальное перемещение для упругой системы меньше чем для упруго-пластической системы, что и следовало ожидать. Однако диапазон изменения дисперсных характеристик в этом случае, как и следовало ожидать, невелик ($\sigma = 0{,}12 \div 0{,}17$ *см*). Полученные результаты показывают, что метод, предложенный в ([1]), можно без затруднений применять для решения любых задач стохастической теории сейсмостойкости.

В заключение следует также подчеркнуть, что при возникновении упруго-пластических деформаций в материале конструкции сейсмическая нагрузка на конструкцию существенно уменьшается даже при относительно малых остаточных деформациях.

Например, при землетрясении № 11 (табл. 2), при упругой работе конструкции, приведенное сейсмическое ускорение равно 300 *см/сек*^{2}, в то время как при возникновении остаточной деформации величиной 1,3 *см* приведенное ускорение равно 87,6 *см/сек*^{2}, т. е. сейсмическая нагрузка уменьшается в 3,42 раза. Сооружения с периодом свободных колебаний 0,3 *сек* по динамическим характеристикам примерно соответствуют зданию высотою в 4 этажа. Для такого здания остаточная деформация, равная 1,3 *см*, не является большой. Поэтому в конструкциях, допускающих остаточные деформации или люфтообразные подвижки, сейсмические нагрузки могут значительно уменьшаться. Этот эффект особенно значителен для жестких сооружений. Для них сейсмическая нагрузка может уменьшится в несколько раз.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, Ռ. Հ. ՀԱՄԱՍՅԱՆ, Ս. Ս. ԴԱՐԲԻՆՅԱՆ

Կառուցվածքների վարքի ստոխաստիկ անալիզը երկրաշարժերի ժամանակ՝ առաձգա-պլաստիկական դեֆորմացիաների հաշվառումով

Հոդվածում բերվում է (1) աշխատանքում առաջարկված մեթոդով կառուցվածքների վարքի ստոխաստիկ ուսումնասիրությունը առաձգա-պլաստիկական դեֆորմացիաների հաշվառումով, երբ նրա վրա ազդում են սեյսմիկ ուժեր։ Կառուցվածքը ներկայացվում է որպես մեկ ազատության աստիճան ունեցող սիստեմ, որի առաձգա-պլաստիկական հատկությունները բնորոշվում են գծային ամրացման օրենքով։

Շարժման (1) հավասարումը ինտեգրվում է հաշվողական մեքենայի միջոցով 13 երկրաշարժերի ազդեցության դեպքում։ Ստացվել են մաքսիմում արագացումների, մաքսիմում տեղափոխումների և մնայուն դեֆորմացիաների արժեքները բոլոր երկրաշարժերի համար։ Այնուհետև ստացված արդյունքները ենթարկվել են ստատիստիկական մշակման, որի արդյունքները ցույց են տրված գծ. 2 և 3-ում։

Ստացված արդյունքների անալիզը ցույց է տալիս, որ (1) հոդվածում առաջադրվող մեթոդը հաջողությամբ կարելի է կիրառել կառուցվածքների ստոխաստիկ տեսության ցանկացած խնդրի լուծման դեպքում։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Р. О. Амасян, А. Г. Назаров*, ДАН АрмССР, т. XLVI, № 4 (1968). [2] *М. Ф. Барштейн*, „Строительная механика и расчет сооружений", № 2, 1960. [3] *И. И. Гольденблат*, Сб. Методы расчета зданий и сооружений на сейсмостойкость, Госстройиздат, 1958. [4] *Н. А. Николаенко*, Динамика и сейсмостойкость конструкций, несущих резервуары, Стройиздат, 1963. [5] *С. С. Дарбинян*, „Строительство и архитектура Узбекистана", № 7, 1966. [6] *С. В. Медведев*, Труды ИФЗ АН СССР, № 10 (177), 1960. [7] *А. Хальд*, Математическая статистика, Изд. иностр. лит-ры, М., 1960.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XLVII 1968 5

УДК 542.953.2+547.841

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Академик АН Армянской ССР **В. И. Исагулянц,**
З. Д. Кустанович, С. В. Хомко

ЯМР-спектры и структура некоторых замещенных 1,3-диоксанов

(Представлено 18/IV 1968)

В последнее время появилось большое количество сообщений, посвященных изучению механизма и проблем стереохимии реакции Принса для циклогексена. Постулированный Долби ([1]), Фодором ([2]), Бломквистом и Волинским ([3]) механизм реакции Принса предполагает образование 4,5-тетраметилен-1,3-диоксана и 1-оксиметил-2-оксициклогексана исключительно в транс-форме.

Одним из наиболее эффективных спектральных методов исследования структуры органических соединений является ядерный магнитный резонанс ([4]), позволяющий давать информацию о типах функциональных групп в молекуле. Во многих случаях он может также указывать на стереометрические соотношения между близко расположенными соседними группами. В сочетании с другими физико-химическими методами анализа спектры ядерно-магнитного резонанса позволяют изучать конформацию сложных соединений ([5, 6]), в частности, 1,3-диоксанов ([7–13]).

Изучение спектров ПМР 1,3-диоксанов, 1,3-диоксаланов и некоторых циклических эфиров сернистой и угольной кислот Самитовым с сотрудниками ([7, 13]) позволило получить ценные сведения о конформационном строении молекул и сделать некоторые предположения об изменениях, происшедших в их структуре при замещении.

В данной работе изучены ЯМР-спектры 1,3-диоксанов (I—IV), синтезированных по реакции Принса для циклогексена, 1-метилциклогексена, 1-метилциклопентена. Чистота соединений (I—IV), очищенных от примесей посредством препаративной газожидкостной хроматографии*, составляла 99,5—99,7%, физико-химические свойства приведены в таблице.

Спектры соединений (I—IV) снимались на спектрометре ЯМР высокого разрешения при частоте 60 *мгц*.

а) ЯМР-спектр 4,5-тетраметилен-1,3-диоксана (I) относительно

* Анализы проводились на хроматографе „Цвет" с детектором по теплопроводности, газ-носитель—гелий (180 *мл/мин*), стационарная фаза — ПЭТ м. в. 20000, нанесенной в количестве 12% на хромосорб W, 145°.

Физико-химические свойства замещенных 1, 3-диоксанов

№ пп	Соединение	Брутто-формула	n_D^{20}	d_4^{20}	MR_D найдено	MR_D вычислено	Элементарный состав найдено C	Элементарный состав найдено H	Элементарный состав вычислено C	Элементарный состав вычислено H
I	4,5-тетраметилен-1,3-диоксан	$C_8H_{14}O_2$	1,4633	1,0372	37,95	38,4	67,66	10,07	67,57	9,98
II	4-метил-4,5-тетраметилен-1,3-диоксан	$C_9H_{16}O_2$	1,4720	1,0417	42,2	42,95	69,98	10,07	69,3	10,25
III	5-метил-4,5-тетраметилен-1,3-диоксан	$C_9H_{16}O_2$	1,4717	1,0405	42,25	42,95	69,48	10,09	69,3	10,25
IV	4-метил-4,5-триметилен-1,3-диоксан	$C_8H_{14}O_2$	1,4620	1,0333	37,9	38,31	67,80	9,90	67,76	9,80

прост. Протоны у атома углерода, связанного с двумя кислородными атомами (2-CH_2-группа), проявляются в более слабом поле с центром при τ —4,76 м. д. по сравнению с остальными протонами молекулы, что соответствует литературным данным ([7]). Появление квартета протонов 2-CH_2-группы свидетельствует об их неэквивалентности (рис. 1).

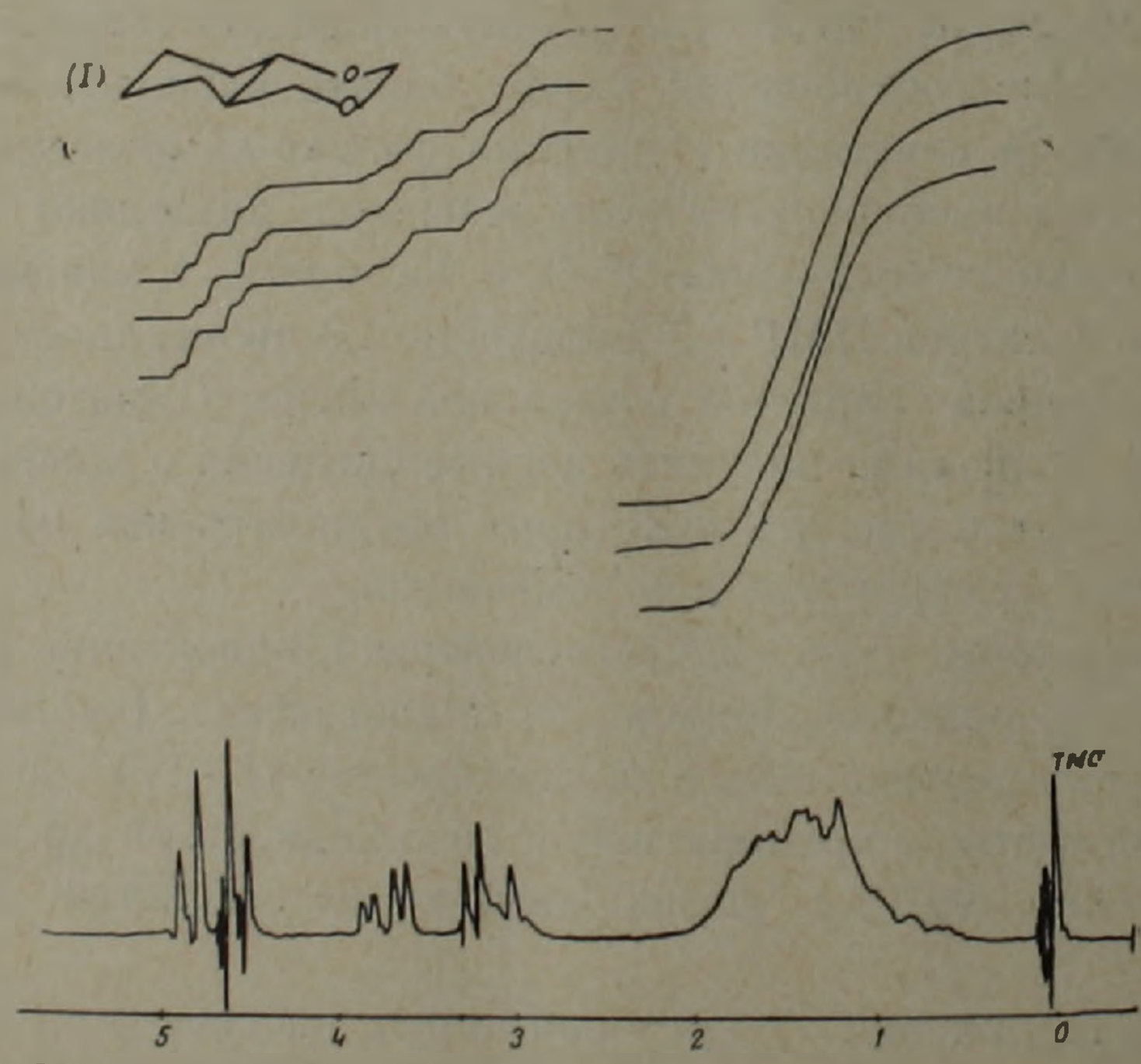


Рис. 1. ЯМР — спектр 4,5-тетраметилен-1,3-диоксана.

В циклических системах протоны группировки -CH_2O- легко обнаружить по появлению сигнала в области 3,30—3,60 м. д. ([14]). Метиленовая полоса от протонов 6-CH_2- представляет собой мультиплет вследствие спин-спинового взаимодействия с протоном в положении 5, состоящий

з квартета с центром при τ —3,46 м. д., у которого отчетливо видны два ика, каждый из которых расщеплен с константой спин-спинового взаи-одействия *J*—5,5 *гц*. На правую компоненту накладывается, по всей ероятности, сигнал протона в положении 5, что подтверждается изме-ением интегральной интенсивности протонов 5-CH-, 6-CH_2-групп.

б) В отличие от предыдущего соединения, в 4-метил-4,5-тетрамети-ен-1,3-диоксане (II) один протон группы 4-CH_2—замещен радикалом CH_3. Как показывает измерение интегральной интенсивности спектра, квартет в области τ —4,85 м. д. обусловлен взаимодействием между со-ой неэквивалентных протонов группы 2-CH_2-(рис. 2).

Рис. 2. ЯМР — спектр 4-метил-4,5-тетраметилен-1,3-диоксана.

Наличие метильной группы затормаживает молекулу, уменьшая ча-тоту инверсионных переходов из одной формы в другую, благодаря че-у проявилась неэквивалентность аксиального и экваториального прото-ов 2-CH_2-группы. Согласно расчетам ([7]), наблюдаемый в спектре хими-еский сдвиг между аксиальным и экваториальным протонами (0,28 м. д.) озможен лишь в том случае, если метильная группа находится в эква-ориальном положении относительно диоксанового кольца.

Смещение центра квартета (2-CH_2-) и мультиплета (от протонов руппы 6-CH_2-) в диамагнитную область по сравнению с центрами хими-еских сдвигов протонов (2-CH_2- и 6-CH_2-) соединения (I) можно объяс-ить присутствием метильной группы в молекуле (II), замещающей, о-видимому, экваториальный протон в положении 4.

Протоны 6-CH_2-группы вследствие спин-спинового взаимодействия протоном в положении 5 образуют мультиплет. Узкий синглет с хими-еским сдвигом τ —1,28 м. д. соответствует положению метильной груп-ы у четвертичного углеродного атома. Интегральные интенсивности сиг-

налов протонов CH_2-групп в диоксановом и циклогексановом кольце вместе с протонами метильной группы относятся как 4:11. Эти данные подтверждают предположение о том, что CH_3-группа связана с четвертичным атомом углерода. Широкие полосы при τ —1,55 и τ—1,7 м. д. характерны для шести- и пятичленных колец соответственно вследствие сложного спин-спинового взаимодействия соседних метиленовых протонов.

в) ЯМР-спектр соединения III отличается от спектра соединения II появлением дублета при τ —3,52 м. д. Измерение относительной интегральной интенсивности показало, что дублет обусловлен протонами 6-CH_2-группы, что позволяет сделать предположение о существовании

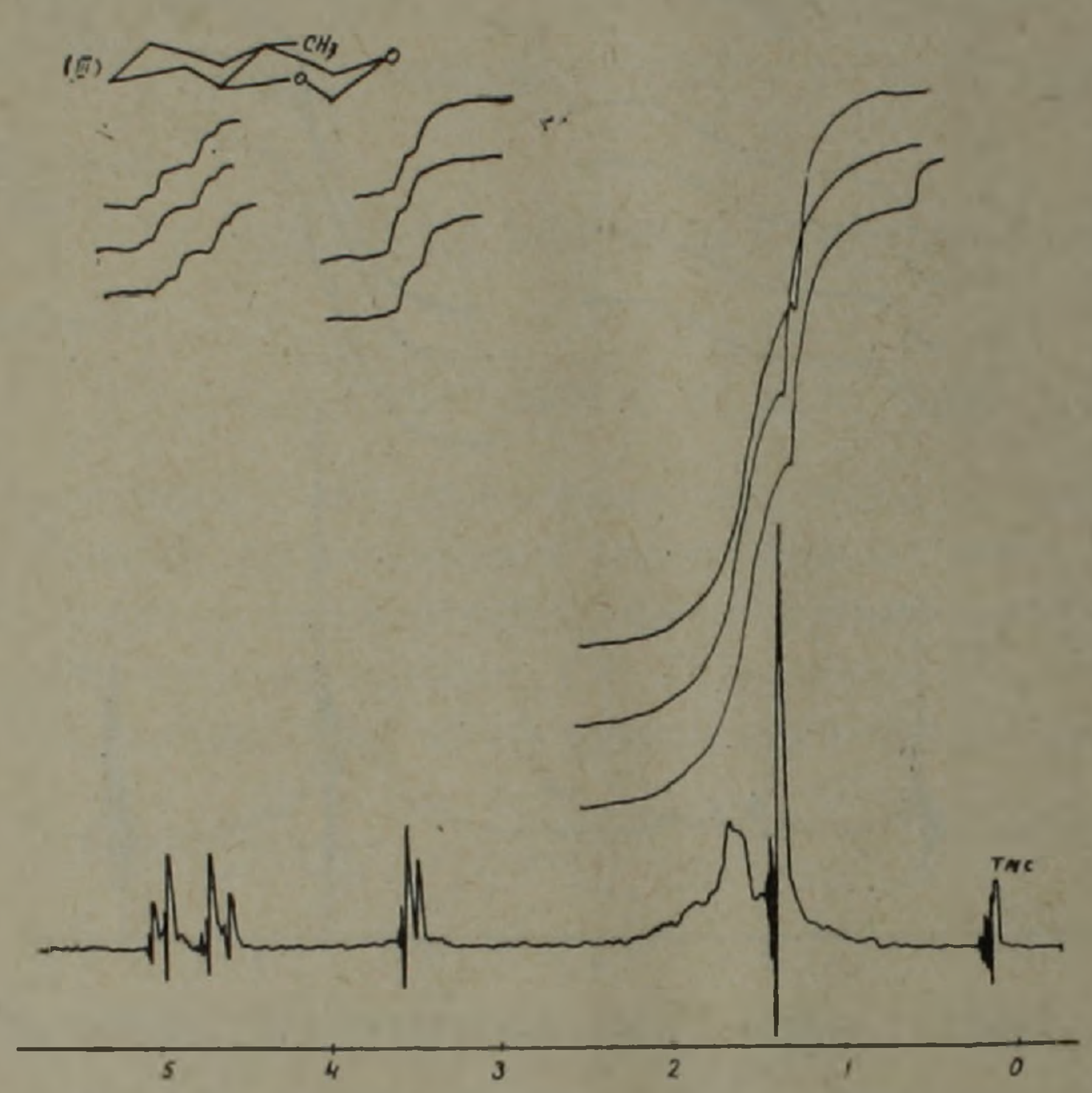


Рис. 3. ЯМР—спектр 5-метил-4,5-тетраметилен-1,3-диоксана.

изомера соединения (II)—5-метил-4,5-тетраметилен-1,3-диоксана (III). По-видимому, резонансные сигналы протонов метильной и метиленовой групп накладываются друг на друга, образуя дублет. Квартет при τ —4,84 м. д. обусловлен неэквивалентными протонами 2-CH_2-. Метильная группа резонирует при τ— 1,38 м. д. (рис. 3).

г) Сравнение спектров 4-метил-4,5-триметилен-1,3-диоксана (IV) и 4-метил-4,5-тетраметилен-1,3-диоксана (II) показало их очевидное расхождение, связанное с различными конформационными структурами пяти- и шестичленных колец ([15]). Спектр 4-метил-4,5-триметилен-1,3-диоксана состоит из острых линий. Протоны группы 2-CH_2- дают сигнал при τ—4,63 м. д., а узкий пик при τ—3,72 м. д. дает протон в положении С-5. Резонансный сигнал при τ—1,3 м. д. можно достаточно надежно приписать протонам метильной группы ([16]). Измерение интегральных интенсивностей показало соответствие с предполагаемой структурой (IV). Благодаря отсутствию расщепления в спектре можно

предположить, что молекула 4-метил-4,5-триметилен-1,3-диоксана либо плоская, либо настолько быстро инвертирует, что протоны практически эквивалентны, т. е. происходит усреднение химических сдвигов аксиальных и экваториальных протонов (рис. 4).

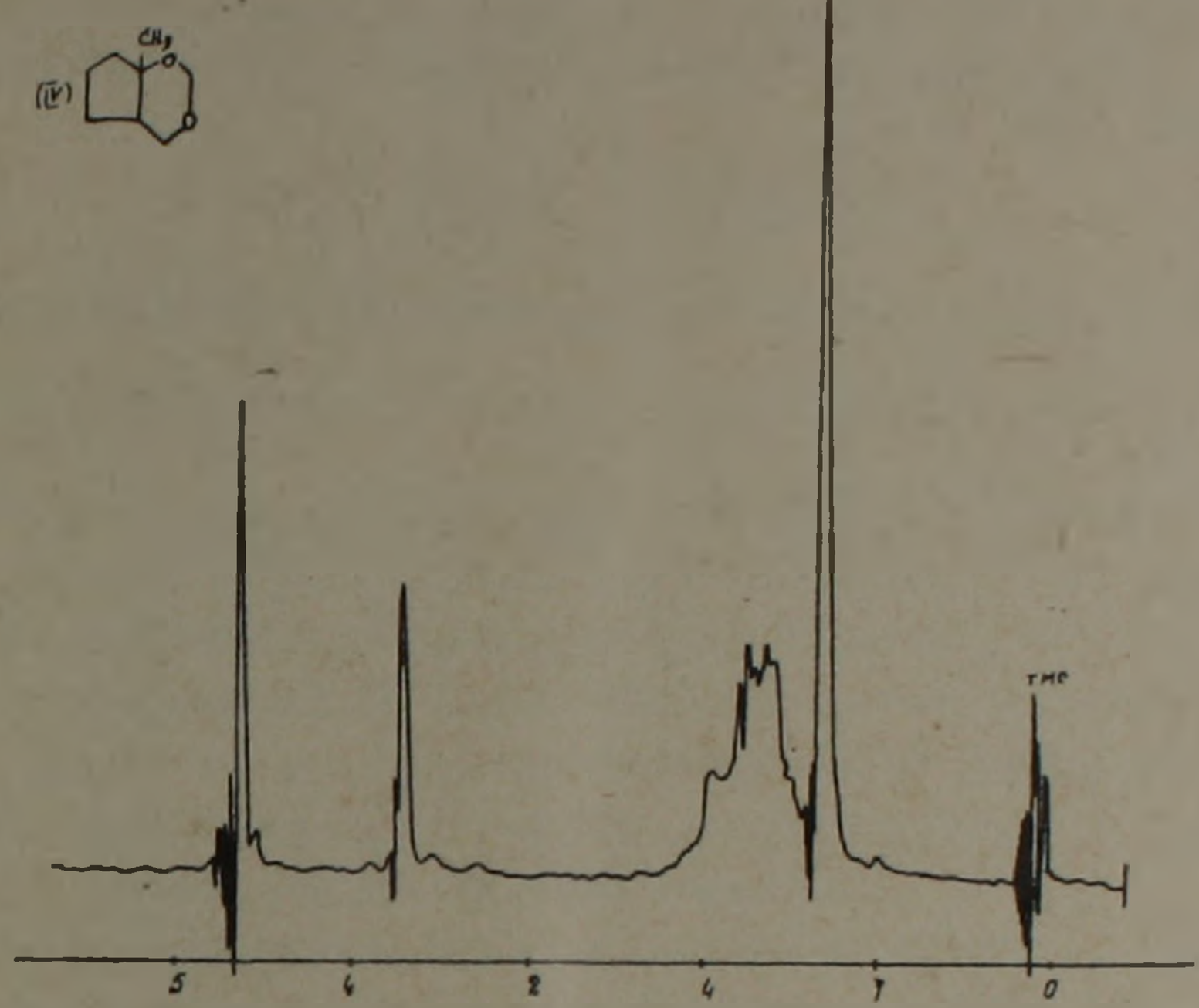


Рис. 4. ЯМР — спектр 4-метил-4,5-триметилен-1,3-диоксана.

Таким образом, на примере изученного класса соединений показано влияние неполярных заместителей (пяти- и шестичленные циклы, CH_3-группа) на химические сдвиги α- и β-водородов.

Московский институт нефтехимической
и газовой промышленности им. Губкина

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Վ. Ի. ԻՍԱԳՈՒԼՅԱՆՑ, Զ. Դ. ԿՈՒՍՏԱՆՈՎԻՉ, Ս. Վ. ԽՈՄԿՈ

Մի քանի տեղակալված 1,3—դիօքսանների ԿՄՌ-սպեկտրները և կառուցվածքը

Սույն աշխատանքում բերված են մի շարք 1,3-դիօքսանների (4,5-տետրամեթիլեն-, 4-մեթիլ—4,5—տետրամեթիլեն-, 5-մեթիլ—4,5—տետրամեթիլեն-, 4-մեթիլ—4,5—տրիմեթիլեն—) կոմպլեքսամագնիսային ռեզոնանսի ուսումնասիրման արդյունքները, որոնց հիման վրա արված են եզրակացություններ այդ միացությունների կառուցվածքային յուրահատկությունների մասին։

Ցույց է տրված, որ բևեռային տեղակալիչների (հինգ և վեց անդամների ցիկլեր, CH_3 խումբ) ազդեցությունը α- և β ջրածինների քիմիական տեղաշարժի վրա։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *L. J. Dolby*, Org. Chem., 27, 2971 (1962). [2] *J. Tomöskozi, G. Fodor*, Mady Kem. Folyl. 64, 301 (1958). [3] *A. T. Blomguist, J. Wolinsky*, J. Am. Chem. Soc., 79, 6025 (1957). [4] *Б. А. Арбузов*, ЖВХО им. Д. И. Менделеева, 7, 447 (1962). *Д. Робертс*, там же, 7, 467 (1962). [5] *Б. А. Арбузов, З. Г. Исаева, Ю. Ю. Самитов*, ДАН СССР, 137, 589 (1961). [6] *J. G. Prithard, P. C. Lauterbur*, J. Am. Chem. Soc., 83, 2105 (1961).

[7] *Ю. Ю. Самитов, Р. М. Аминова*, Ж. структ. химии, 5, 2, 205 (1964). [8] *Б. А. Арбузов, Ю. Ю. Самитов, Р. М. Аминова*, ДАН СССР, 143, 338 (1962). [9] *R. F. Zürcher*, Helv. Chim. Acta, 44, 1755 (1961). [10] *J. Delman*, Tetr. letters, № 24, 2693 (1966). [11] *M. Anteunis, E. Coene, D. Tavernier*, Tetr. letters, № 38, 4579 (1966). [12] *G. Aksnes, P. Albriksten*, Acta Chem. Scand., 20, 5, 1330 (1966). [13] *Ю. Ю. Самитов, Р. М. Аминова*, Ж. структ. химии, 5, 4, 538 (1964). [14] Установление структуры органических соединений физическими и химическими методами. Изд. „Химия", М., 196[illegible]. [15] *Б. А. Арбузов, Ю. Ю. Самитов, Л. К. Юлдашева*, Известия АН СССР, сер. физ. 27, 89 (1963). [16] *Н. Бхакка, Д. Уильямс*, Применение ЯМР в органической химии. Изд. „Мир", М., 1966.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XLVII 1968 5

УДК 631.46 : 577.15

БИОХИМИЯ

А. Ш. Галстян, Э. А. Арутюнян

Метод определения активности сульфидоксидазы почвы

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. С. Давтяном 28/V 1968)

В настоящее время сравнительно хорошо изучено окисление серы в почве при участии определенных групп бактерий ([1, 2]). Этот процесс имеет важное значение в питании растений. Известно, что растения серу используют в окисленной форме в виде сульфатов. Окисление серы до сульфатов в почве со стороны серобактерий дает основание предполагать, что эти организмы продуцируют соответствующие ферменты, осуществляющие данные каталитические реакции.

В наших исследованиях было обнаружено действие сульфидокисляющих ферментов в почве. Для определения активности сульфидоксидазы почвы разработан метод, основанный на количественном учете сульфатов, как продукта ферментативного окисления сульфидов, с помощью индикатора нитхромазо, который нашел широкое применение в почвенно-агрохимических исследованиях ([3, 4]).

После ряда испытаний по выявлению соотношений между почвой и субстратом, а также условий оптимального действия фермента (pH, t) предлагаем следующий метод определения активности сульфидоксидазы почвы.

Навеску (5 *г*) воздушно-сухой почвы помещали в 50 миллилитровые колбы, прибавляли 10 *мг* углекислого кальция, тщательно перемешивали, затем добавляли 3 *мл* 1-процентного раствора Na_2S. Колбы закрывали корковыми пробками и ставили в термостат при температуре 30°С на 48 часов. При исследовании процесса сульфофикации в почве время инкубации можно продлить. В течение опыта колбы периодически встряхивали. По истечении соответствующего времени взаимодействия почвы с субстратом колбы снимали из термостата, прибавляли 30 *мл* дистиллированной воды, взбалтывали в течение трех минут и фильтровали через плотный фильтр. Фильтрат пропускали через колонку катионита КУ-2 для освобождения от катионов Ca, K, Na, NH_4, присутствие которых мешает определению сульфатов ([4]). Из пропущенного через катионит фильтрата брали 10 *мл* раствора, прибавляли ацетон в количестве, равном объему титруемого раствора, 0,5 *мл* 10-процентного раствора HCl и три капли 0,1-процентного раствора индикатора нитхромазо. Смесь титровали 0,02н · раствором $BaCl_2$ до перехода окраски из

фиолетовой в голубую. Контролем служили стерилизованная почва и субстрат без почвы.

Активность сульфидоксидазы выражалась в миллиграммах SO_4 на 100 *г* почвы за сутки. Расчет, образовавшейся при ферментативной реакции SO_4, проводили по следующей формуле:

$$SO_4 \text{ мг/100 г почвы} = \frac{a \cdot K \cdot 0.96066 \cdot 100}{B},$$

где *a*—количество *мл* 0,02 н. $BaCl_2$, пошедшее на титрование;

K—пересчетный коэффициент, поправка на титр;

B—навеска почвы, соответствующая взятому объему фильтрата на анализ.

Ферментативная система, окисляющая сульфиды до сульфатов, относится к классу оксидоредуктаз ([5]). Они действуют на серосодержащие группы доноров (1. 8), где акцептором служит кислород (1. 8. 3). Первая стадия реакции происходит под действием сульфидоксидазы (сульфид—кислород—оксидоредуктаза), в результате получаются сульфиты, затем действует сульфитоксидаза (1. 8. 3. 1; сульфит кислород—оксидоредуктаза) и получаются сульфаты. Стерилизация почвы сухим жаром при 180°С за три часа полностью снимает активность ферментов (табл. 1).

Таблица 1

Активность сульфидоксидазы почв

Почва	Гумус, %	pH, H_2O	Сульфидоксидаза, *мг* SO_4 на 100 *г* почвы	Стерилизованная почва
Мелиорированный солончак	1,1	8,4	28,3	0,0
Бурая, карбонатная	2,1	8,2	23,2	0,0
Каштановая, карбонатная	3,4	8,1	13,0	0,0
Чернозем выщелоченный	7,2	6,7	4,5	0,0
Горно-луговая дерновая	15,3	5,2	5,8	0,0

Опыты показали, что элементарная сера также подвергается ферментативному воздействию в почве. Сульфидоксидаза почв активно действует в интервале pH 7,3—8,6. Сравнительно высокая активность сульфидоксидазы обнаружена в мелиорированных содовых солончаках, затем в бурых и каштановых почвах. В этих почвах очень интенсивно развиваются серобактерии (2). В черноземах и горно-луговых почвах их активность низкая. Действие сульфидоксидазы по профилю почв снижается и в глубоких горизонтах оно не обнаруживается. Минеральные удобрения $(NPK)_{120}$ повышают активность сульфидоксидазы почвы.

Итак, в результате проведенных исследований обнаружено действие фермента, катализирующего окисление сульфидов в почве, и разработана методика определения его активности.

Институт почвоведения и агрохимии
МСХ Армянской ССР

Ա. Շ. ԳԱԼՍՏՅԱՆ, Է. Ա. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

Հողի սուլֆիդօքսիդազայի ակտիվության որոշման մեթոդը

Հողի մեջ հայտնաբերված է սուլֆիդօքսիդազա ֆերմենտի գործունեությունը, նա իրագործում վերականգնած ծծմբի օքսիդացման ռեակցիան մինչև սուլֆատները։ Մշակված է սուլֆիդօքսիդազայի ակտիվության որոշման եղանակ, որի էությունը կազմում է սույն հաղորդման բովանդակությունը։ Այս նպատակի համար կիրառվել է սուլֆատների քանակական որոշումը նիտրոնոզոյի օգնությամբ։ Բացահայտված է սուլֆիդօքսիդազայի գործունեության առանձնահատկությունները տարբեր տիպի հողերում։ Ամենաբարձր ակտիվությամբ սուլֆիդօքսիդազան գործում է մելիորացված աղուտ հողերում։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Ж. Пошон, Г. Де Баржак,* Почвенная микробиология, М., 1960. [2] *А. К. Паносян,* Окисление серы и серного колчедана в засоленных и незасоленных почвах Арм ССР и сульфофикаторы солончаковых почв, Ереван, 1940. [3] *Н. Н. Басаргин, Т. Г. Акимова,* «Агрохимия», № 5, 1967. [4] *Р. Х. Айдинян, М. С. Иванова, Т. Г. Соловьева,* Методы извлечения и определения различных форм серы в почвах и растениях, изд. «Наука», М., 1967. [5] Номенклатура ферментов, изд. АН СССР, М., 1966.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XLVII 1968 5

УДК 612.8.015

БИОХИМИЯ

Н. А. Есаян, Л. Н. Аракелян

Влияние гамма-аминомасляной кислоты на субклеточное распределение норадреналина в мозгу крыс

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. Х. Бунятяном 9/VII 1968)

Выяснение существующих взаимоотношений между эндогенными нейроактивными веществами—ацетилхолином, норадреналином (НА), серотонином (5-ГТ), дофамином и гамма-аминомасляной кислотой (ГАМК), представляет большой интерес. С этой точки зрения заслуживают внимания исследования, проведенные в нашей лаборатории по выявлению действия ГАМК на сдвиги катехоламинов (КА) и 5-ГТ в мозгу ([1, 2]). В настоящей работе изучено влияние ГАМК на содержание НА в субклеточных частицах мозговой ткани. Проведены также сравнительные исследования с резерпином и фенамином, истощающими запасы НА.

Гистохимические исследования ([3]) показали, что НА в мозговой ткани локализируется, в основном, в варикозных утолщениях нервных окончаний, но небольшая его часть находится также в аксонах и тельцах клетки. При одновременном применении дифференциального центрифугирования и электронной микроскопии ([4, 5]) обнаружено разрушение клеточной мембраны во время гомогенизирования мозговой ткани в изотонических растворах, в результате чего внутриклеточные образования распределяются в разных слоях в зависимости от их молекулярного веса. Выявлено также, что нервные окончания—синаптосомы, довольно устойчивы, вследствие чего они не разрушаются и вместе с содержащимися в них нейроактивными веществами обнаруживаются в митохондриальной фракции. Источником НА, определяемого в надосадочной фракции, вероятно, являются аксоны, тельца клеток и, в некоторой степени, разрушенные синаптосомы. Известно истощающее действие резерпина на КА адренергических нервных окончаний, аксонов и телец нейронов. Отсутствие симпатического эффекта под действием резерпина при этом объясняется инактивацией НА митохондриальной моноаминоксидазой внутри клетки до того, как он достигает адренергических рецепторов. Действие ряда симпатомиметических аминов—фенамина, тирамина, фенилэтиламина осуществляется через высвобождение НА из синаптосомальных везикул. Выделенный НА инактивируется в основном катехолоксиметилтрансферазой после действия его на рецепторы.

Исследования проводили на белых крысах (самцах) весом 100—150 *г*, содержащихся на обычном пищевом рационе. Животных убивали декапитированием. Мозг быстро извлекали, промывали в дистиллированной воде на льду и сразу гомогенизировали в холодном растворе 0,32М сахарозы, содержащем 1% этилендиаминтетраацетата, в соотношении 1:5. Для изучения субклеточного распределения НА в мозгу крыс использовали гомогенизатор с фторопластовым пестиком с зазором 0,25 *мм*. Скорость вращения пестика 840 *об/мин*. Гомогенизацию по продолжительности и движению пестика вверх и вниз производили двумя путями: движение пестика 12 раз вверх и вниз в течение 2-х минут и движение пестика вверх и вниз 4 раза в течение 40 секунд. Субклеточные частицы были разделены дифференциальным центрифугированием в центрифуге с охлаждением. Ядерная фракция осаждалась двукратным центрифугированием при 900 g в течение 10 минут, митохондриальная—при 50.000 g в течение 60 минут, а в некоторых опытах при 13.000—40.000 g—40—90 минут. В опытах in vivo крысам внутрибрюшинно вводили 5 *мг/кг* ГАМК, 3 *мг/кг* резерпина и 20 *мг/кг* фенамина. В опытах in vitro к гомогенату, после удаления из него ядерной фракции, добавляли 10, 100, 200 и 1000 *мкг/мл* ГАМК и инкубировали при 37°— 30 мин. НА определяли в неочищенной митохондриальной и надосадочной фракциях по Бертлеру и др. ([6]).

Как видно из результатов проведенных исследований (рис. 1), разные вариации скорости и времени дифференциального центрифугирования (13.000—50.000 g, 40—90 *мин)* не действуют на распределение НА в

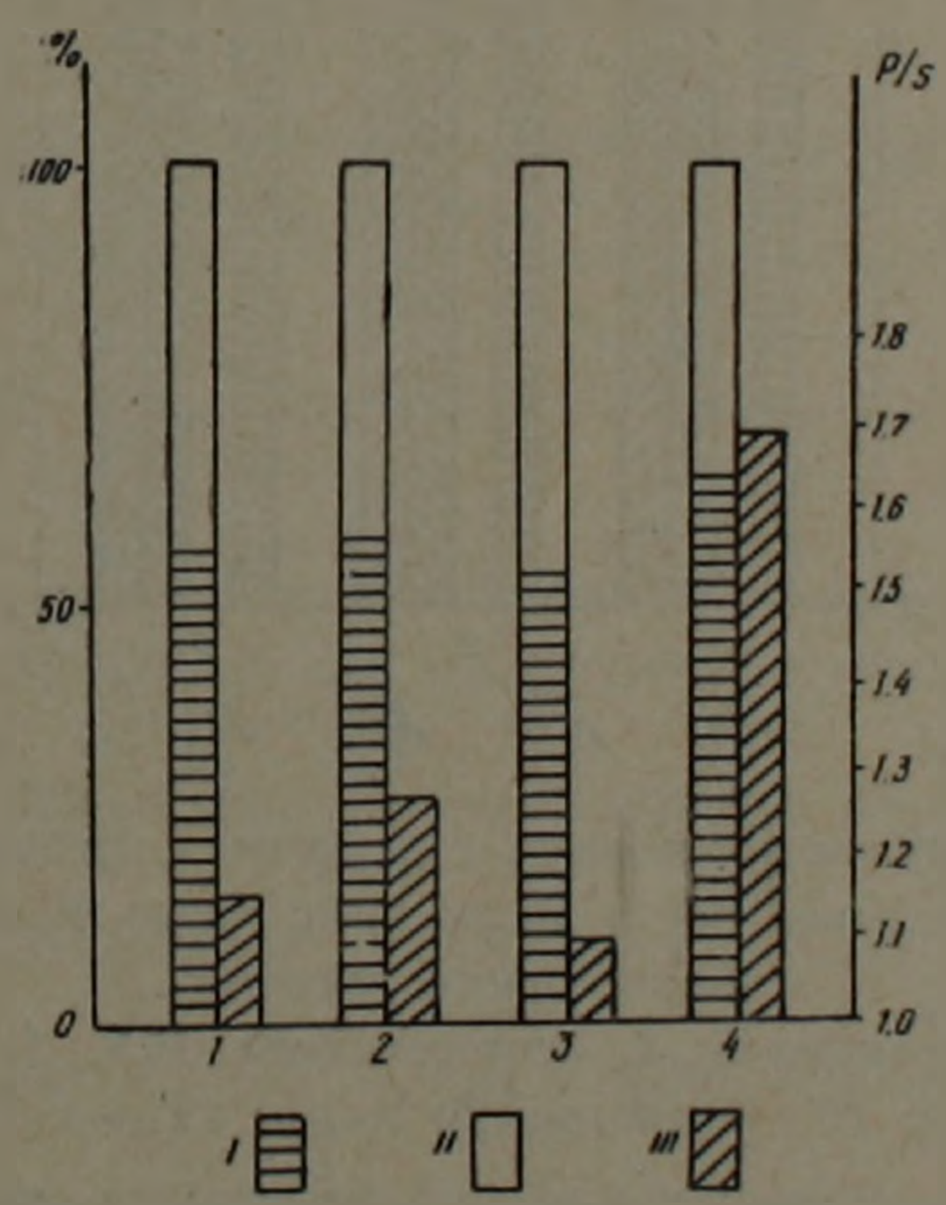


Рис. 1. Субклеточное распределение НА в мозгу крыс при разных условиях гомогенизирования и центрифугирования.

1 — гомогенизация 2 *мин*, 12 движений пестика, центрифугация при 13000g 40 *мин*; *2* — гомогенизация 2 *мин*., 12 движений пестика, центрифугация при 17000g 60 *мин*; *3* — гомогенизация 2 *мин*, 12 движений пестика, центрифугация при 40000g 90 *мин*; *4* — гомогенизация 40 *сек*, 4 движения пестика, центрифугация при 50000g 60 *мин*, *I* — фракция P; *II* — фракция S; *III* — соотношение P/S.

неочищенной митохондриальной фракции (P) и в надосадочной фракции (S). В этих опытах соотношение P/S, т. е. НА неочищенной митохондриальной фракции и НА надосадочной фракции, не меняется. С другой стороны, применение разных видов гомогенизирования меняет картину. При относительно мягкой гомогенизации (4-й столбик) наблюдается лучшее сохранение НА в синаптосомах во фракции P и заметное повышение соотношения P/S. При сравнительно продолжительном гомогенизировании из синаптосом НА в большем количестве выделяется во фракцию S.

В наших предыдущих исследованиях ([1]) было показано, что ГАМК вызывает понижение содержания НА в мозгу и периферических органах. Для физиологической оценки полученного эффекта необходимо было изучить действие ГАМК на субклеточные изменения в содержании НА. С этой целью в следующей серии исследований мы изучили действие ГАМК на содержание НА во фракциях P и S при более мягком гомогенизировании. В этих опытах действие ГАМК (5 *мг/кг*) сравнивали с действием резерпина (3 *мг/кг*) и фенамина (20 *мг/кг*). Полученные результаты (рис. 2) показали, что резерпин приводит к сильному понижению содержания НА в мозгу в обеих фракциях, вследствие чего соотношение P/S по сравнению с контролем почти не меняется. Фенамин вызывает незначительное понижение уровня НА в мозгу, однако под его действием содержание НА во фракции P понижается, а во фракции S—повышается. В результате этого соотношение P/S уменьшается. Подобное изменение, но менее выраженное, отмечается под действием ГАМК. Полученные данные позволяют заключить, что высвобождение НА из мозга крыс под влиянием ГАМК также происходит из фракции нервных окончаний.

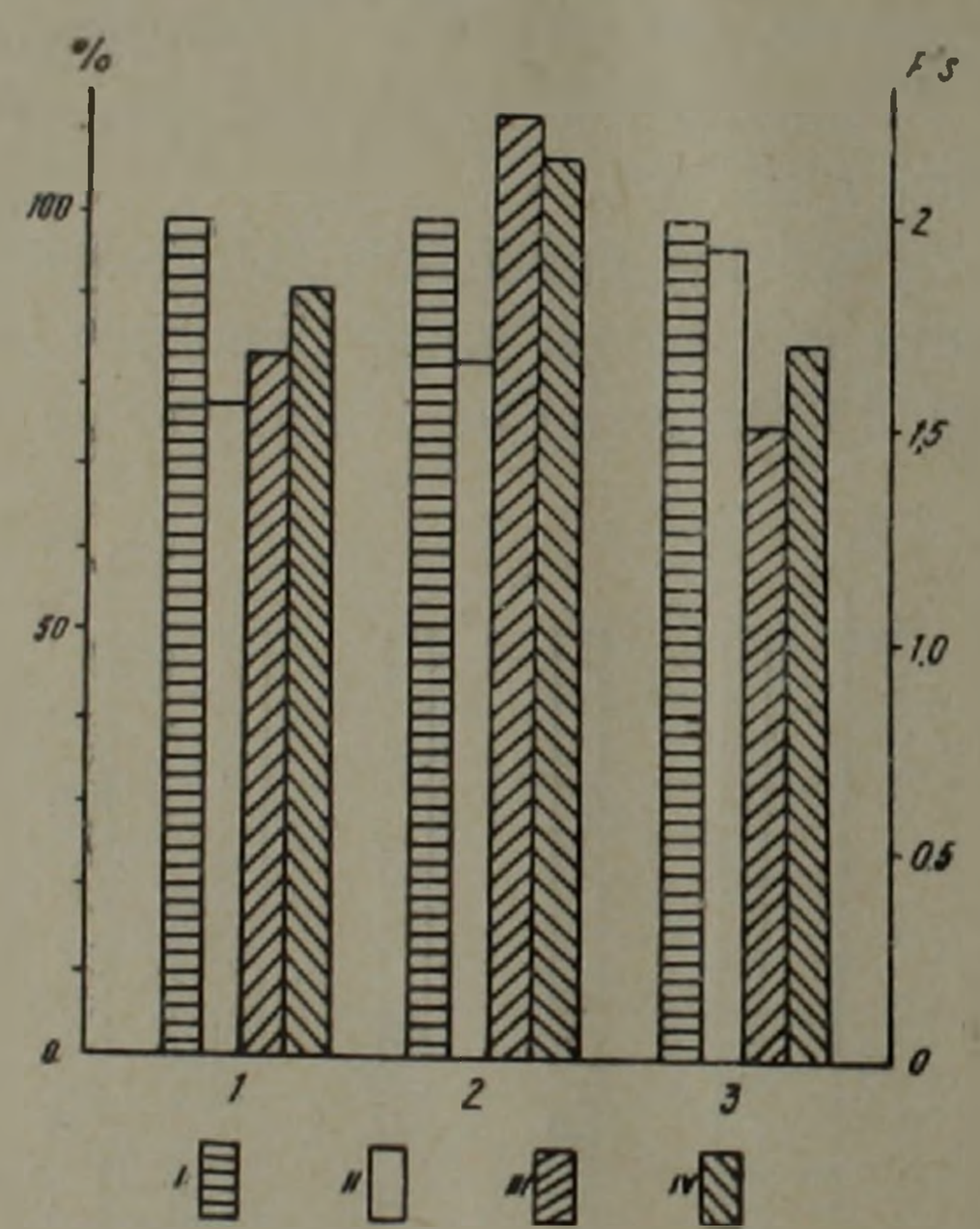


Рис. 2. Действие ГАМК по сравнению с действием резерпина и фенамина на субклеточное распределение НА в мозгу крыс через 40 *мин* после ее внутрибрюшинного введения.

1 — фракция P; *2* — фракция S; *3* — соотношение P/S. *I* — контроль; *II* — резерпин 3 *мг/кг*; *III* — фенамин 20 *мг/кг*; *IV* — ГАМК 5 *мк/кг*.

В наших предыдущих исследованиях ([1]) было также показано, что ГАМК оказывает непосредственное воздействие на высвобождение НА из мозговых срезов. Осуществляется ли оно на уровне клеточной мембраны или мембраны везикул, содержащих НА, остается неясным. Для выяснения этого вопроса необходимо было изучить непосредственное действие ГАМК на содержание НА субклеточных частиц. Процесс спонтанного высвобождения НА из гранул надпочечников, адренергических нервных окончаний и мозга не одинаков. Он хорошо изучен в отношении надпочечных гранул и гранул нервных окончаний. Известно, что заметное высвобождение НА из гранул надпочечника происходит только при 37°С, в то время как адренергические нервные окончания в этих условиях высвобождают почти весь запас НА. Поэтому изучение действия какого-либо вещества на высвобождение НА из надпочечных гранул целесообразно изучать при 37°С, а из адренергических нервных окончаний—при низкой температуре (20°С). Изучение спонтанного высвобождения НА из мозговых фракций Р и S показало, что в течение 30-минутной инкубации при 20°С около 23% НА высвобождается из фракции Р, а при 37°С—34%. Исходя из этих данных, в последующих исследованиях мы изучили непосредственное действие разных количеств ГАМК на высвобождение НА из неочищенной митохондриальной фракции в течение 30-минутной инкубации при 37°С. В таблице показано, что ГАМК в дозе 10, 100, 200 и 1000 *мкг/мл* не оказывает влияния на количество НА ни Р, ни S фракций, что говорит против предполагаемого действия ГАМК на высвобождение НА из внутриклеточных гранул—везикул.

Таблица

Действие гамма-аминомасляной кислоты на высвобождение норадреналина из фракции Р мозга крыс через 30 минут инкубации при 37°С (*мкг/мл* свежей ткани)

Условия опыта	Фракции			
	P+S	P	S	P/S
Контроль	0,375±0,012 (5)*	0,151±0,0124 (5)	0,224±0,0088 (5)	0,66±0,0077 (5)
10 *мкг/мл*	0,345±0,0057 (4)	0,140±0,0259 (4)	0,205±0,0165 (4)	0,68±0,01 (4)
100 *мкг/мл*	0,366±0,0173 (4)	0,145±0,0045 (4)	0,221±0,0136 (4)	0,66±0,028 (4)
200 *мкг/мл*	0,393±0,0074 (4)	0,154±0,0039 (4)	0,239±0,0033 (4)	0,63±0,0187 (4)
1000 *мкг/мл*	0,381±0,0153 (4)	0,153±0,0059 (4)	0,229±0,0099 (4)	0,64±0,024 (4)

* Количество опытов.

Данные наших исследований показывают, что главным фактором, действующим на субклеточное распределение НА в мозговой ткани, является степень гомогенизации. Степень же центрифугирования не влияет на этот процесс. Изменение содержания НА во фракциях S и P, от-

меченное нами при воздействии резерпином, мы склонны интерпретировать как показатель однородного действия этого препарата на процессы высвобождения НА из везикул нервных окончаний телец и аксонов, а также связывания его этими частицами. С другой стороны, уменьшение количества НА во фракции Р с одновременным повышением его уровня во фракции S, при применении фенамина и ГАМК, по-видимому, обусловливается специфическим действием этих препаратов на НА нервных окончаний, которые, как известно, принимают непосредственное участие в синаптической передаче. Интересно отметить, что действие ГАМК на высвобождение НА не осуществляется при его добавлении к гомогенату мозговой ткани. Сопоставляя эти данные с результатами наших предыдущих исследований, показавших непосредственное влияние ГАМК на мозговые срезы, можно прийти к выводу, что ее действие осуществляется на уровне клеточных мембран.

Институт биохимии
Академии наук Армянской ССР

Ն. Հ. ԵՍԱՅԱՆ, Լ. Ն. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ

Գամմա-ամինոկարագաթթվի ազդեցությունը առնետի ուղեղի նորադրենալինի ենթաբջջային տարաբաշխման վրա

Ուղեղում գտնվող նեյրոակտիվ նյութերի փոխազդեցության ուսումնասիրությունը կարող է նպաստել նրանց ֆիզիոլոգիական դերի պարզաբանմանը։ Այս ուղղությամբ մեր լաբորատորիայում կատարված նախկին ուսումնասիրությունները (1,2) ցույց են տվել, որ գամմա-ամինոկարագաթթուն (ԳԱԿԹ) որոշակի ազդեցություն ունի ուղեղի նորադրենալինի (ՆԱ) և սերոտոնինի մակարդակների վրա։ Ներկա աշխատանքում ուսումնասիրվել է ԳԱԿԹ-ի ազդեցությունը առնետի ուղեղի ՆԱ-ի ենթաբջջային տարաբաշխման վրա։ In vivo փորձերը ցույց տվեցին, որ ԳԱԿԹ-ի (5 մգ/կգ) ներորովայնային ներարկումը ֆենամինի (20 մգ/կգ) նման իջեցնում է ՆԱ-ի քանակը ներվային վերջույթների ֆրակցիայում, մինչդեռ ռեզերպինը (3 մգ/կգ) իջեցնում է ՆԱ-ի քանակը ներվային վերջույթներում և վերնստվածքային ֆրակցիաներում՝ հավասարապես In vitro ԳԱԿԹ-ի 10—1000 մկգ/մլ քանակների անմիջական ավելացումը ոչ-մաքրված միտոքոնդրիալ ֆրակցիայի վրա, որը պարունակում է ներվային վերջույթներ, ոչ մի ազդեցություն չի թողնում այդ ֆրակցիայի ՆԱ-ի քանակի վրա։ Ստացված արդյունքները խոսում են այն մասին, որ ԳԱԿԹ-ն ազդում է ներվային վերջույթների հատվածում գտնվող ՆԱ-ի վրա և որ այդ ազդեցությունը իրականանում է ոչ թե հատիկների, այլ՝ բջջի թաղանթի մակարդակի վրա։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Н. А. Есаян, А. Р. Арменян* и *Л. Н. Аракелян*, Вопросы биохимии мозга АН АрмССР, 3, 313, 1967. [2] *Н. А. Есаян* и *А. Р. Арменян*, Вопросы биохимии мозга АН АрмССР, 4, 258, 1968. [3] *B. Falck*, Biogenic amines, 8, 28 (1964). [4] *V. P. Whittaker*, Progress in Biophysics and molecular biology, vol. 15, Pergamon Press, Oxford, p. 39, 1965. [5] *E. De Robertis*, Pharm. Rev., 18, 1, 413 (1966). [6] *A. Bertler, A. Carlsson, E. Rosengren*, Acta Physiol. Scand., 44, 293 (1958).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XLVII 1968 5

ДК 581

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Член-корреспондент АН Армянской ССР **В. О. Казарян, И. Г. Матинян**

О круговороте сахаров в сфере лист—корень

(Представлено 29/VIII 1968)

Одним из основных внутренних условий, обеспечивающих целостность растений, является корне-листовая функциональная корреляция [1,2]). Корни и листья являются теми органами, которые воспринимают трофические факторы среды и подвергают их метаболическому превращению с образованием высокоэнергетических и физиологически активных соединений. Функциональная корреляция между ними осуществляется в результате перехода воды, минеральных элементов и их метаболитов из корней в листья, а в обратном направлении перемещения сахаров и физиологически активных соединений. Сахара, поступая в корневую систему, принимают непосредственное участие в процессах роста, дыхания и метаболического превращения азота, фосфора и др. элементов минерального питания с образованием аминокислот ([3-5]), ферментов ([6,7]), белков ([8, 9]) и других соединений.

Так как корневая система является очагом энергического расходования сахаров, следует поэтому полагать, что поступающие в корни сахара должны использоваться ими полностью. Обратное передвижение, видимо, должно иметь место у однолетников в фазе образования семян, когда происходит мобилизация имеющихся в растениях ассимилятов для формирования полового поколения или у древесных в период весеннего пробуждения почек ([10]). Однако мы располагаем данными о том, что в пасоке однолетних растений обнаруживаются сахара даже в фазе вегетации ([11]), свидетельствующие о наличии круговорота их в сфере полярно расположенных органов. Исходя из этого ставилось целью провести сравнительные исследования динамики выноса сахаров пасокой и содержания их в корнях однолетних растений кукурузы сорта «Картули круги» и подсолнечника «Гигант 549» по фазам их развития. При этом предполагалось, что вынос сахаров из корней определяется не общим их содержанием в первых, а фазой развития растений.

Определение содержания сахаров в пасоке опытных групп (табл. 1) показало, что ими наиболее богата пасока цветущих и бутонизирующих растений, а бедна пасока растений, находящихся в фазе пожелте-

ния листьев. Как известно, корневая система однолетних растений достигает максимальной мощности поглотительной и метаболической активности в период цветения, после чего заметно ослабляется рост ([12]). В связи с этим, а также наступлением цветения увеличивается количество сахаров в пасоке для передачи к надземным органам, в первую очередь развивающимся семенам.

Таблица 1

Содержание сахаров (в *мг* в 100 *мл*) в пасоке растений по фазам развития в 1, 2 и 3-е сутки после срезки стебля

Фаза развития*	Кукуруза				Подсолнечник			
	Сутки			среднее за трое суток	Сутки			ереднее за трое суток
	1	2	3		1	2	3	
Вегетация	7,2	6,8	6,3	6,8	11,8	11,2	10,8	11,2
Бутонизация	12,6	12,1	11,6	12,1	16,3	15,7	14,9	15,6
Цветение	14,4	12,7	11,9	13,0	20,2	19,6	18,4	19,4
Образование семян	8,7	7,6	7,0	7,8	12,4	12,0	11,0	11,8
Пожелтение листьев	2,4	2,0	1,7	2,0	3,8	3,2	2,6	3,2

* Вегетация—6 пар листьев, бутонизация у кукурузы—выбрасывание метелки.

Из приведенных данных одновременно выясняется, что наибольшее содержание сахаров в пасоке обнаруживается в первый день после срезки стебля. В дальнейшем их количество в пасоке постепенно уменьшается.

Столь же интересные данные были получены при определении выноса сахаров пасокой за трое суток (табл. 2). В этом случае наиболее

Таблица 2

Вынос сахаров пасокой за трое суток (*мг/сут.*) у кукурузы и подсолнечника

Фаза развития	Кукуруза				Подсолнечник			
	Сутки			за трое суток	Сутки			за трое суток
	1	2	3		1	2	3	
Вегетация	11,6	1,7	0,6	13,9	7,4	1,8	0,7	9,9
Бутонизация	21,4	3,6	1,8	26,8	11,8	4,0	2,4	18,2
Цветение	30,2	7,0	3,3	40,5	21,5	7,4	3,3	31,7
Образование семян	10,4	2,4	1,0	13,8	6,3	2,0	0,7	9,0
Пожелтение семян	1,4	0,1	0,1	1,3	0,8	0,1	0,1	1,0

энергичный вынос обнаружен у растений, находящихся в фазе цветения. С наступлением последовательных фаз ослабляется перемещение саха-

ров из корней пасокой. Подобная тенденция наблюдается как в 1-й, так и во 2-й день после срезки стебля: по мере усиления голодного обмена корней существенно уменьшается вынос сахаров пасокой. Указанная закономерность в отношении общего содержания сахаров в пасоке выражена очень слабо. Так, например, если у кукурузы в фазе вегетации разница между содержанием сахаров в пасоке, собранной в 1-й и во 2-й дни, составляет 0,4 *мг*, то в отношении выноса эта разница уже оказывается 9,9 *мг*. Объяснение этого факта следует искать в более усиленной изменчивости количества выделенной пасоки в 1,2 и 3-й дни по сравнению с содержанием в ней сахаров.

Наличие круговорота сахаров в сфере корень—лист с первого взгляда трудно объяснить с точки зрения функциональной корреляции между указанными полярными системами. Казалось бы, поступающие в подземные органы сахара полностью должны израсходоваться в процессах роста и метаболической деятельности корней. На самом деле имеет место обратное перемещение некоторой доли сахаров. Этот факт, видимо, следует объяснить двумя обстоятельствами. Во-первых, поступающие в корни сахара в связи с неблагоприятностью условий корнеобитаемой среды и, следовательно, ослаблением общей жизнедеятельности корней не полностью используются последними. Во-вторых, тем что метаболизм минеральных элементов и засасывание воды происходит в одних и тех же корнях. При этом часть сахаров, не успевшая вовлечься в метаболические превращения, поднимается вместе с пасокой по сосудам ксилемы.

Оказалось иным содержание сахаров в корнях опытных растений, находящихся на разных фазах развития (рис. 1). Выяснилось, что мак-

Рис. 1. Динамика содержания сахаров в корнях кукурузы (*К*) и подсолнечника (*П*) по фазам развития.

симальное содержание сахаров обнаруживается в корнях вегетирующих растений. В дальнейшем по мере прохождения последовательных фаз онтогенеза постепенно уменьшается количество сахаров. Указанная убыль усиливается главным образом начиная с фазы созревания семян, когда, с одной стороны, прекращается подача сахаров из листьев к корням ([10]), с другой—повышается потребность созревающих семян в ассимилятах, а в листьях существенно ослабляется фотосинтез.

Сопоставляя эти данные с данными предыдущих табл. 1 и 2 мы видим, что вынос сахаров пасокой не соответствует их содержанию в кор-

нях: в фазе вегетации корни богаты сахарами, но в пасоке их количество меньше, тогда как в фазе цветения наблюдается обратная картина. Это, по всей вероятности, связано с интенсификацией общей жизнедеятельности корней ([11]), где происходят не только энергичный расход сахаров, но и усиленное поглощение воды и перемещение вместе с ней сахаров к надземным органам. Но самая существенная причина усиленного перемещения сахаров из корней к надземным органам, начиная с фазы цветения, заключается в ускорении мобилизации имеющихся пластических веществ для закладки и роста плодов ([13]).

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Ի. Դ. ՄԱՏԻՆՅԱՆ

Տերև-արմատ սֆերայում շաքարների շրջանառության մասին

Բույսերի արմատները, ինչպես հայտնի է, հանդիսանում են տերևներից ստացվող շաքարների ծախսման հիմնական օջախներից մեկը։ Թվում է թե նշված ֆունկցիայի առկայության պայմաններում արմատներում եղած շաքարները պետք է լրիվ ծախսվեն աճման ու այլ պրոցեսներում և հազիվ թե հնարավոր է նրանց մի մասի վերադարձը տերևներ։ Սակայն փորձերը ցույց են տալիս, որ նույնիսկ վեգետացվող բույսերի արմատահյութում հայտնաբերվում են շաքարներ։ Այս ուղղությամբ եգիպտացորենի «կարտուլի կրուգի» և արևածաղկի «գիգանտ 549» սորտերի վրա կատարված փորձերը հեղինակներին բերել են այն եզրակացության, որ շաքարների ամենամեծ պարունակությունն արմատահյութում հայտնաբերվում է կոկոնակալող և ծաղկող բույսերի մոտ։ Այդ բույսերը միաժամանակ ցուցաբերում են շաքարների ակտիվ դուրս մղում արմատներից արմատահյութի միջոցով։ Փորձերի ընթացքում չի հայտնաբերված արմատներում և արմատահյութում եղած շաքարների պարունակության միջև ուղիղ համեմատականություն։ Բույսերի արմատները շաքարներով հարուստ են վեգետացիայի փուլում, իսկ արմատահյութը՝ կոկոնակալման և ծաղկման փուլերում։

Արմատահյութում եղած շաքարների առկայությունը հեղինակները բացատրում են նրանով, որ ակտիվ արմատներում ընթանում են 2 զուգահեռ պրոցեսներ՝ մի կողմից շաքարների նյութափոխություն և մյուս կողմից էլ ջրի ծծում ու արտամղում դեպի տերևները։ Հասկանալի է, որ այսպիսի պայմաններում արմատները անկարող են դառնվում լրիվ օգտագործելու տերևներից ստացվող շաքարները։ Բացի դրանից նկատի ունենալով, որ ծաղկման և սերմակալման շրջանում մոբիլիզացվում են բույսերի մեջ եղած պլաստիկ նյութերը սերմերի հասունացման համար, այդ պատճառով էլ այդ շրջանում բարձրանում է շաքարների պարունակությունն արմատահյութում։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. А. Курсанов,* Взаимосвязь физиологических процессов в растениях, XX тимирязевское чтение, Изд. АН СССР, 1960. [2] *В. О. Казарян,* Старение высших растений как онтогенетическое затухание корне-листовой связи, Докл. Ереванского симпозиума по онтогенезу высших растений, Изд. АН АрмССР, 1966. [3] *И. Г. Потапов, И. О. Соловьева, И. И. Иванченко,* Тр. комиссии по ирригации, Изд. АН СССР, вып. 8, 1, 1936. [4] *И. И. Колосов* и *С. Ф.* Ухина, Физиол. растений, т. I, вып. 8, 1954. [5] *А. Л. Курсанов,* Изв. АН СССР, сер. биол., № 6, 1957. [6] *Н. А. Красильчиков,* ДАН СССР, т. 87, № 2 (1952). [7] *В. Ф. Купревич,* Сб. Вопросы ботаники, т. 1, 1954. [8] *Д. А. Сабинин,* О значении корневой системы в жизнедеятельности растений, Тимирязевское чтение, 1949. [9] *В. А. Кретович, З. Г. Евстигнеев, К. Б. Асеева* и *И. С. Савкина,* Физиол. растений, т. 1, вып. 1, 1954. [10] *В. О. Казарян* и *Н. В. Балагезян,* ДАН СССР, т. 103, № 2, 1955. [11] *В. О. Казарян, К. А. Карапетян* и *И. А. Казарян,* ДАН АрмССР, т. 42, № 4 (1966). [12] *В. О. Казарян* и *В. А. Давтян.* Биол. журнал Армении, т. 19, № 1 (1966). [13] *А. Леопольд,* Рост и развитие растений, изд. «Мир», 1968.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XLVII 1968 5

УДК 612.827

ФИЗИОЛОГИЯ

Л. Л. Казарян

Вызванная электрическая активность коры мозжечка нормальной кошки на вспышки света

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР С. А. Бакунцем 8/VII 1968)

Уже в первых электрофизиологических исследованиях ([1, 2]) по изучению проекций афферентных систем в коре мозжечка с применением методики вызванных потенциалов было показано, что импульсы, возникающие при световом раздражении, достигают определенного поля мозжечка, занимающего, в основном, область простой дольки, бугра червя и частично пирамидки.

Вызванные потенциалы (ВП) в коре мозжечка на световое раздражение выявлялись лишь при хлоралозном наркозе. Поэтому одни исследователи ([3]) относили их не к эффектам зрительной системы, а связывали с импульсами, возникающими в неспецифических путях под влиянием хлоралозы, другие ([4, 5] и др.)—оспаривали физиологическую природу зрительных потенциалов коры мозжечка. Возможность выявления ответов в коре мозжечка на вспышку света на неанестезированных препаратах впервые была показана Уитлоком на птицах ([6]). Этот факт в дальнейшем был подтвержден на кошках, а также на рыбах, черепахах, голубях.

Окончательным, убедительным доказательством физиологической природы ВП коры мозжечка на световое раздражение явились эксперименты, выполненные на «интактных» кошках ([7]).

В настоящей работе представлены результаты дальнейшего систематического изучения ВП коры мозжечка на вспышки света у бодрствующих кошек при различных функциональных состояниях.

В работе обобщены данные, полученные у 18 кошек в хроническом эксперименте. Операции производились под нембуталовым наркозом (40 *мг/кг*). Шариковые, серебряные электроды располагались эпидурально в различных областях мозжечка (передняя доля, простая долька, скат, листок, бугор червя, пирамидка, парамедианные дольки, клочок, парафлокулус, петлевидная долька (ножка I и II).

Эксперименты начинались после полного выздоровления животного. В качестве раздражителей использовались вспышки света, подаваемые

с частотой 0,5—20 в секунду, интенсивностью 0,2—0,6 джоуля, продолжительностью 1 *м/сек*. Суперпозированные ответы (25—30 пробегов луча) фотографировались с экрана катодного осциллоскопа. Анализ потенциалов производился по методике Даусона, усовершенствованной И. П. Емельяновым ([8]).

Вычислялись статистические данные, характеризующие вызванный потенциал (усредненный потенциал и стандартное отклонение—отклонение каждого отдельного потенциала от среднего значения ответной реакции).

Исследования проводились в различных функциональных состояниях животного: в состоянии спокойного бодрствования, при движениях, ориентировочной реакции, отвлечении внимания различными экстрараздражителями.

ВП на световые вспышки не выявлялись после операции при наличии действия нембутала.

По прохождении эффекта наркотизации ВП могли возникать не на каждое раздражение, но в дальнейшем, по мере привыкания животного к обстановке опыта, реакция становилась отчетливой и постоянной. В хроническом эксперименте выявлены некоторые характерные особенности, отличающие ВП коры мозжечка на световое раздражение у нормальных кошек от описанных в остром эксперименте. ВП в наших исследованиях выявлялись диффузно, из всех исследуемых областей и не ограничивались зоной, соответствующей проекции зрительной чувствительности в коре мозжечка, описанной в литературе. Форма ВП у нормальных кошек также существенно отличалась от формы потенциалов, полученных в острых опытах. ВП в наших исследованиях постоянно регистрировались с начальной отрицательностью.

Наиболее часто ответ был представлен в форме 3-х фазного колебания, состоящего из отрицательно-положительного комплекса, за которым следовал менее выраженный второй отрицательный потенциал.

Иногда ответ ограничивался только отрицательным компонентом, но мог регистрироваться в форме многофазного колебания. Иногда первому отрицательному компоненту предшествовала небольшая положительная волна, характеризующаяся крайней нестойкостью.

Изредка отрицательный компонент расщеплялся небольшой выемкой, которая могла делить его на два отдельных компонента. Первый отрицательный компонент постоянно был наиболее выраженным колебанием ответа (рис. 1).

Форма потенциала не зависела от места отведения. ВП различной формы могли регистрироваться из одной и той же области у разных животных, у одного животного в разные дни или даже в течение одного эксперимента при повторных раздражениях.

Наряду с этим, ВП одинаковой формы выявлялись из различных областей коры мозжечка.

ВП, контрольно регистрируемые в зрительной области коры больших полушарий головного мозга, постоянно выявлялись в форме положитель-

но-отрицательного колебания. Вызванные потенциалы в хроническом эксперименте отличались от ответов, полученных в острых опытах также скрытым периодом ответа. По литературным данным скрытый период ответа равняется в среднем 40—50 *мсек* ([9]), но может доходить даже до 90 *мсек*. В наших исследованиях он колебался в пределах 5—25 *мсек* (ответы с скрытым периодом в 5 *мсек* зарегистрированы в единичных слу-

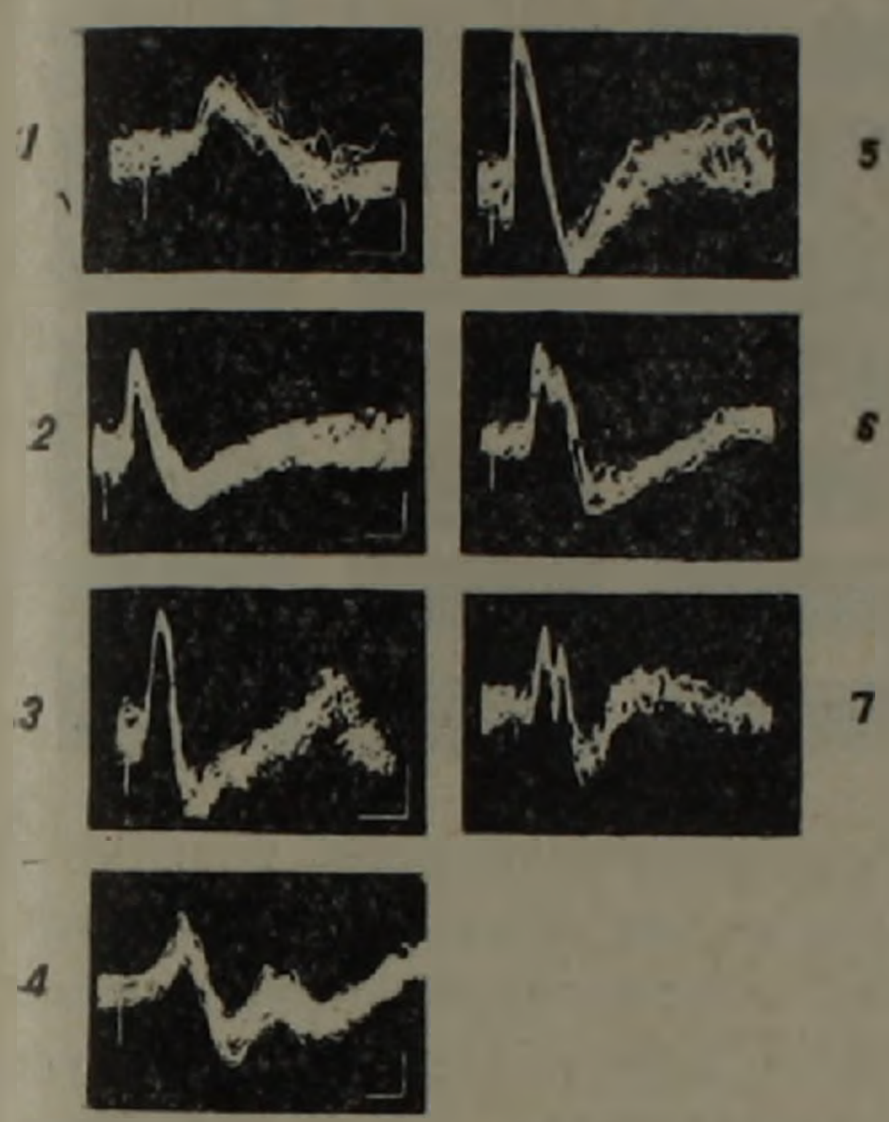


Рис. 1. Вызванные потенциалы парамедианной дольки коры мозжечка на вспышки света у кошек в хроническом эксперименте. Ответы зарегистрированы у разных животных. Отведение монополярное. Отклонение вверх — отрицательность под активным электродом. Калибровка амплитуды —0,5 *мкв*, времени — 25 *мсек*. То же — на остальных рисунках.

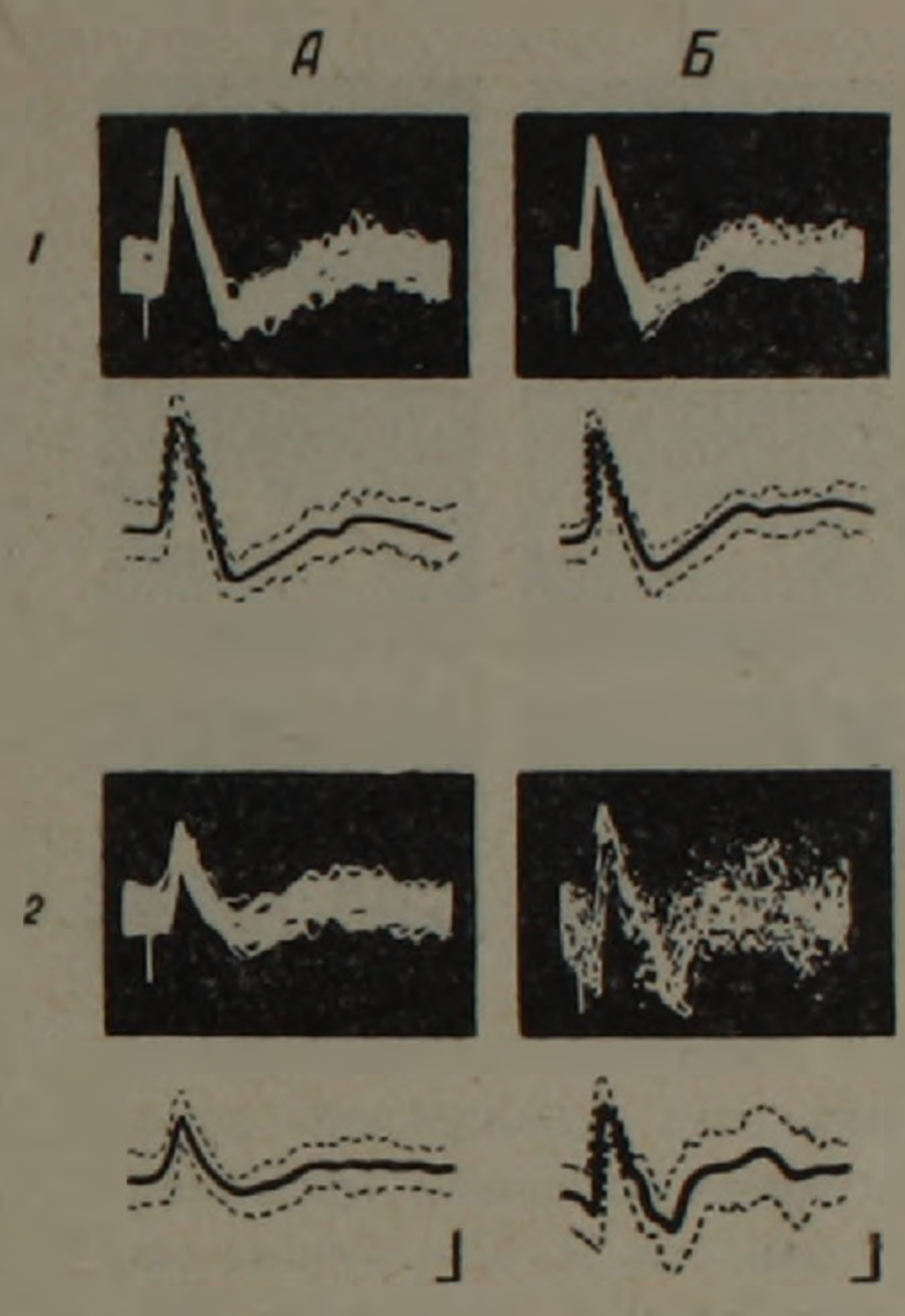


Рис. 2. Изменение вызванных потенциалов коры мозжечка нормальных кошек при различных функциональных состояниях. *А*, *Б* — разные экспериментальные животные. Вызванные потенциалы в состоянии спокойного бодрствования (*1*, *А*, *Б*), при действии экстрараздражителя (*2*, *А*) и при движениях животного (*2*, *Б*). Под каждым рисунком дана усредненная кривая потенциалов. Остальные обозначения те же, что и на рис. 1.

чаях). ВП с наименьшим скрытым периодом регистрировались в области простой дольки, бугра, пирамидки, т. е. в зоне, соответствующей проекции зрительной чувствительности.

Параметры ВП у нормальных кошек выявляли большую индивидуальную вариабильность, но могли изменяться также у одного животного в различных функциональных состояниях и в зависимости от условий эксперимента (рис. 2).

Амплитуда первого отрицательного компонента колебалась в пределах 30—215 *мкв*, положительного — в пределах 15—100 *мкв*, второго отрицательного — 10—55 *мкв*. Продолжительность соответственно равнялась 30—70; 15—100; 20—125 *мсек*.

Изучалось влияние изменения частоты и интенсивности раздражения на БП. Вспышка света яркостью в 0,2 *дж* была достаточной для вызывания ответа в слегка освещенной камере. Амплитуда ответа при этой ин-

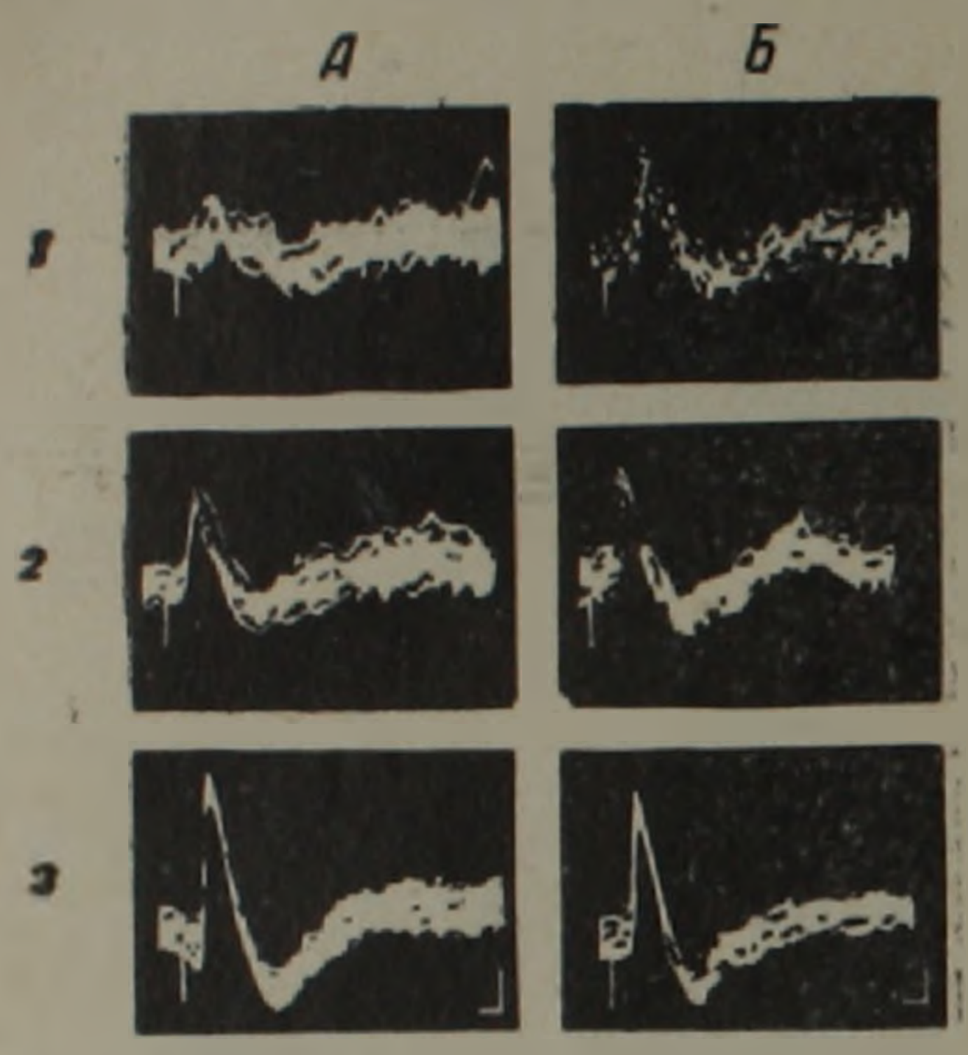


Рис. 3. Вызванные потенциалы коры мозжечка нормальной кошки на световые вспышки различной интенсивности. *А*, *Б* — разные экспериментальные животные. Вызванные потенциалы при яркости световой вспышки в 0,2 *дж* (*1*), 0,4 *дж* (*2*), 0,6 *дж* (*3*). Остальные обозначения те же, что и на рис. 1.

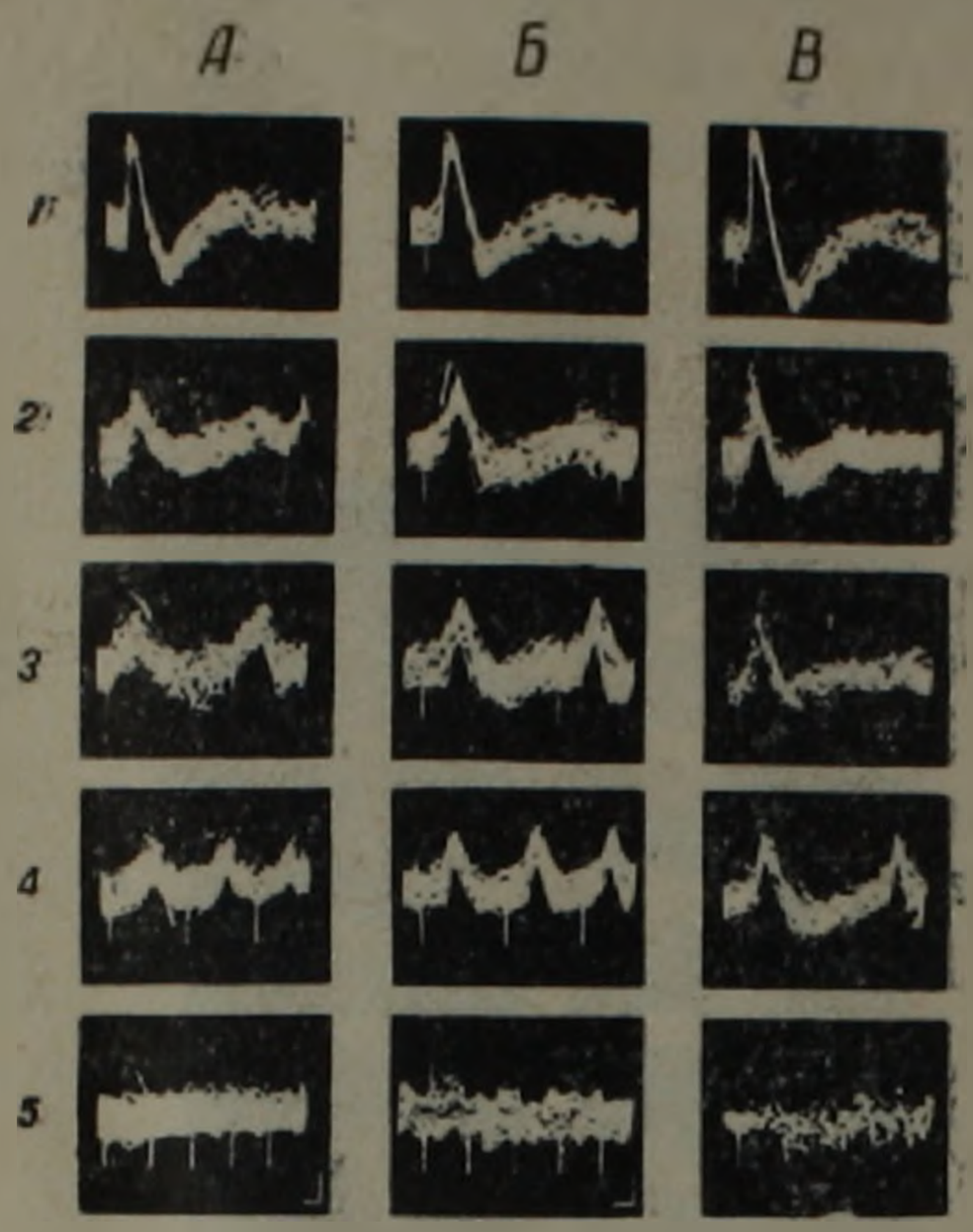


Рис. 4. Вызванные потенциалы коры мозжечка нормальной кошки на световые вспышки различной частоты, зарегистрированные: *А*— в области заднего червя; *Б*—в полушарии; *В*— в передней доле. *А1*—2 кол. *сек*; *А2*—4 кол. *сек*; *А3*—6 кол. *сек*; *А4*—9 кол *сек*; *А5*—19 кол. *сек*. *Б1*—2 кол. *сек*; *Б2*—4 кол. *сек*; *Б3*—6 кол. *сек*; *Б4*—9 кол. *сек*; *Б5*—19 кол. *сек*; *В1*—1 кол. *сек*; *В2*—2 кол. *сек*; *В3*—5 кол. *сек*; *В4*—6 кол. *сек*; *В5*—20 кол. *сек*. Остальные обозначения те же, что и на рис 1.

тенсивности была минимальной. Постепенное нарастание яркости вспышки приводило к увеличению амплитуды компонентов ответа, которые достигали максимальной величины при яркости вспышки в 0,6 *дж*. (рис. 3).

Увеличение интенсивности световой вспышки сопровождалось некоторым уменьшением скрытого периода ответов и длительности компонентов. Эти факты согласуются с литературными данными. По сравнению с результатами острых опытов у нормальных кошек ВП на вспышки света выявляли большую стойкость в отношении увеличения частоты раздражения.

По литературным данным в остром эксперименте ВП на световое раздражение регистрировались с наибольшей амплитудой при частоте стимуляции 0,2—0,5 в секунду.

При этих условиях вариабильность потенциалов была наименьшей. В наших исследованиях ВП регистрировались с максимальной амплитудой при частоте 0,5—5 в секунду. Дальнейшее увеличение частоты раздражения сопровождалось уменьшением амплитуды компонентов и их исчезновением.

Первым переставал регистрироваться начальный положительный компонент, предшествующий главному комплексу, затем исчезал второй отрицательный компонент, а после него положительный компонент главного комплекса. Наибольшую стойкость выявлял первый отрицательный компонент, который продолжал выявляться при частоте 10—14 в секунду (рис. 4).

Максимальная частота раздражения, при которой еще выявлялись ответы, была одинаковой для всех областей коры мозжечка при неизменных условиях опыта. И, наоборот, могла несколько варьировать в одной и той же области.

Выявлена большая зависимость стандартного отклонения от функционального состояния животного. В состоянии спокойного бодрствования стандартное отклонение было наименьшим (5—10 *мкв*). При ориентировочной реакции, отвлечении внимания животного, движениях оно увеличивалось до 25—30 *мкв*.

Имелась обратная зависимость между величиной усредненного потенциала и стандартным отклонением. Ответы с наибольшей усредненной амплитудой имели наименьшее стандартное отклонение. Малая величина стандартного отклонения свидетельствовала о более компактном, тесном расположении отдельных кривых в общем ответе.

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

Լ. Լ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

Ուղեղիկի կեղևի հրահրված էլեկտրական ակտիվությունը նորմալ կատուների մոտ՝ ի պատասխան լույսային գրգռման

Ներկա հաղորդման մեջ ներկայացվում են առույգ, ազատ շարժվող կատուների մոտ ուղեղիկի կեղևում լույսային գրգռումից առաջացած հրահրված էլեկտրական պատասխանների ուսումնասիրման արդյունքները։ Հրահրված պատասխանները ստացվել են կատուների ուղեղիկի տարբեր հատվածներից (առաջնային բիլթ, հասարակ բլթակ, որդի թումբ, բրգիկ և այլն)։

Փորձերը ցույց տվեցին, որ ուղեղիկի կեղևի տարբեր հատվածներից գրանցվում էին միևնույն ձևի պատասխաններ։ Մեր հետազոտություններում լույսային գրգռումից առաջացած կայուն և պարզ արտահայտված հրահրված պատասխանները հնարավորություն տվեցին կատարելու ավելի մանրազնին անալիզ նորմալ կենդանիների ուղեղիկի կեղևում լույսային գրգռի նկատմամբ։ Ի տարբերություն սուր փորձերի, քրոնիկ փորձերը բնութագրվում են ընդարձակ արտահայտություններում նախնական բացասականության ներկայությամբ, գաղտնի շրջանի կարճացմամբ, ամպլիտուդայի և ժամանակամիջոցի մեծ տատանողականությամբ։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *R. Snider, A. Stowell*, Anat. Rec., 82, 448 (1942). [2] *H. Snider, A. Stowell*, J. Neurophysiol., 7, 331 (1944). [3] *H. Gastaut, R. Naquet, A. Roger, M. Badeir*, Compt. Rend. Soc. Biol. 145, 916 (1951). [4] *Л. Цкипуридзе, А. Бакурадзе*, Тр. Института физиологии АН Груз.ССР, т. 7, 187, Тбилиси (1948). [5] *C. Berry, J. Haft, P. Harman, C. Hovde*, J. Neurology, 9, 845 (1959). [6] *D. G. Whitlock*, J. Comp. Neurol., 97, 567 (1962). [7] *Г. Донхоффер, В. В. Фанарджян*, Журнал экспериментальной и клинической медицины, т. 3, № 5, 13 (1963). [8] *И. П. Емельянов*, В сб. тр. ЛИЭТИН, 46 (1964). [9] *E. Fadiga, G. Pupilli*, Physiol. Rev., 44, 3, 432, 164.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XLVII 1968 5

УДК 612.822.3

ФИЗИОЛОГИЯ

Ф. А. Адамян

К механизму действия ГАМК на электрические потенциалы коры мозга в онтогенезе

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР С. А. Бакунцем 9/VII 1968)

В предыдущих исследованиях [1, 2] мы показали, что у новорожденных котят при раздражении седалищного нерва в первой (S_1) и второй (S_2) соматосенсорной зонах коры возникает первичный ответ в виде монофазного отрицательного колебания потенциала. Причем отрицательный специфический ответ в зоне S_1 имеет большую (до 600 *мкв*) амплитуду по сравнению с амплитудой ответа зоны S_2, что связано с более ранним морфофизиологическим созреванием зоны S_2.

Для более детального анализа мы исследовали действие местной аппликации 0,2—0,5-процентного раствора ГАМК (гамма-аминомасляной кислоты) на первичные ответы в зоне S_1 и S_2 у котят 1—4-дневного возраста (в этом возрасте у котят наблюдается отрицательное колебание потенциала). Результаты этой серии опытов показали, что ГАМК вызывает более выраженный эффект в зоне S_1—высокоамплитудный отрицательный первичный потенциал реверсирует свой знак и превращается в довольно выраженный положительный потенциал. В зоне S_2 отрицательный потенциал обычно подавляется, иногда наблюдается реверсия и появление небольшого положительного потенциала.

Эти данные интерпретировались нами с точки зрения гетерохронной организации тормозящих аксодендритических синапсов в коре мозга новорожденных котят. Наличие их в зоне S_1 выявляется избирательной блокадой ГАМК синапсов деполяризующего типа.

По всей вероятности, в зоне S_2 эти потенциалы еще не хорошо сформированы и пока отсутствует гиперполяризационный ПСП. Наши данные можно было объяснить, однако, и с позиции теории объемного проведения.

Появление положительного потенциала под влиянием ГАМК в этих зонах возможно связано с тем, что это не местный потенциал, а отражает на поверхности активность глубинных слоев.

Для выяснения механизма действия ГАМК на первичные ответы незрелой коры в настоящей работе изучено влияние ГАМК на поверх-

востные и глубинные вызванные потенциалы в зоне коры мозга новорожденных котят.

Опыты поставлены на 14 котятах 1—4-дневного возраста под слабым хлоралозным (20—30 *мг/кг*) наркозом. Хлоралоза вводилась внутрибрюшинно. Вызванные потенциалы с поверхности коры регистрировались монополярно посредством серебряных шариковых электродов, с глубинных слоев потенциалы регистрировались посредством изолированных металлических электродов, закрепленных на микроманипуляторе стереотаксического аппарата.

Вызванные потенциалы отводились на двухканальный усилитель переменного тока и подавались на трубку двухканального осциллографа. Регистрировались потенциалы, вызванные раздражением седалищного нерва. Индифферентный электрод укрепляли в лобной кости.

У котят 1—4-дневного возраста в фокусе максимальной активности первой соматосенсорной зоны (S_1) коры поверхностными (шариковыми) электродами отводили первичный ответ в виде поверхностно-отрицательного потенциала. Поверхностные ответы такой же формы и амплитуды регистрировались в непосредственной близости от шариковых электродов при помощи игольчатого электрода (рис. 1, *1*). При последовательном погружении последнего вглубь коры происходило постепенное уменьшение амплитуды отрицательного потенциала (рис. 1, *2*) и на глубине 200—300 *мк* наблюдалась реверсия знака потенциала (рис. 1, *3*). Положительные ответы максимальной амплитуды регистрировались на глубине 1500—2500 *мк* (рис. 1, *4*).

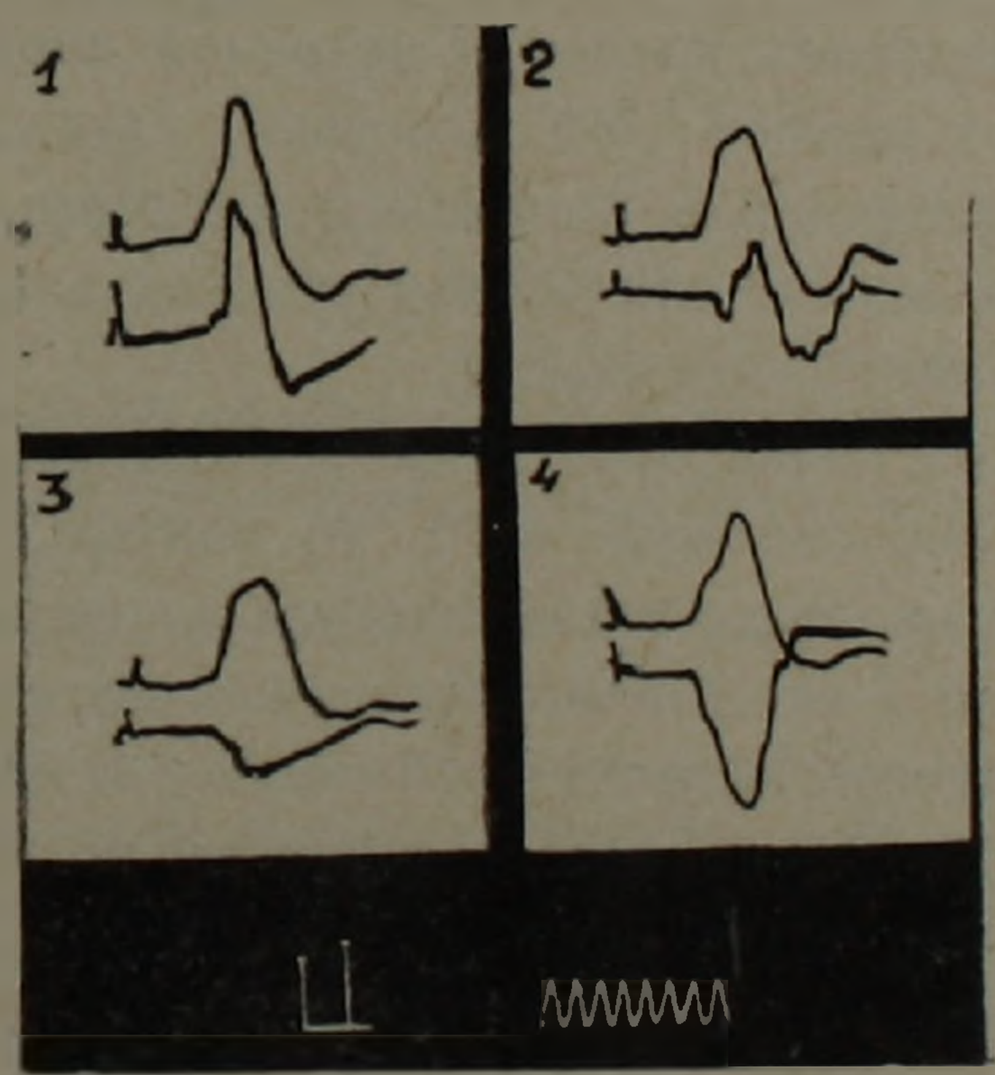


Рис. 1. *1* — норма; *2* — на глубине 100 *мк*; *3* — на глубине 300 *мк*; *4* — на глубине 2500 *мк*.
Обозначения: Верхний луч — потенциал, отводимый серебряным шариковым электродом от первой соматосенсорной области. Нижний луч — потенциал, отводимый металлическим игольчатым электродом от первой соматосенсорной области. Калибровка — 100 *мкв*. Отметка времени — 20 *мсек*.

Таким образом, у 1—4-дневных котят максимальная реверсия потенциала, зеркально отражающего поверхностную отрицательность, регистрируется на глубине 1500—2500 *мк*.

В следующей серии экспериментов было изучено влияние местной аппликации ГАМК на поверхностно-отрицательные и глубинно-положительные потенциалы. Опыты показали, что 0,2—0,5-процентный раствор ГАМК при местной аппликации не вызывает заметного изменения глубинного положительного потенциала, поверхностный же отрицательный потенциал при местной аппликации 0,2—0,5-процентного раствора ГАМК реверсирует в положительный (рис. 2).

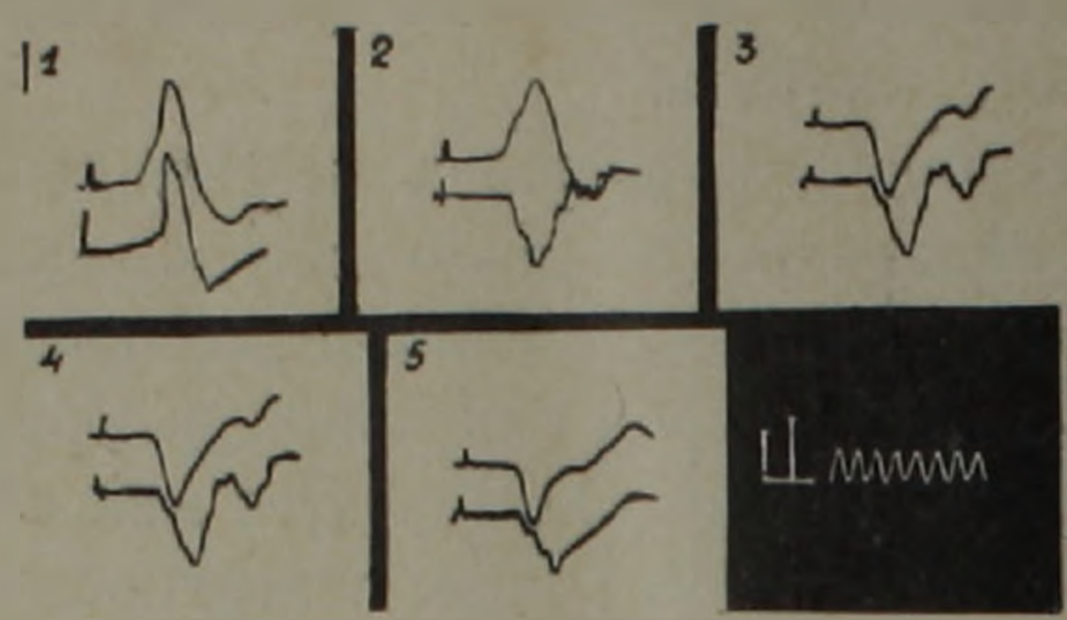


Рис. 2. *1* — норма; *2* — на глубине 2500 *мк*; *3* — влияние ГАМК на первую соматосенсорную область на глубине 2500 *мк*; *4* — влияние ГАМК на первую соматосенсорную область на глубине 2000 *мк*; *5* — влияние ГАМК на первую соматосенсорную область на глубине 1500 *мк*.
Обозначения те же, что на рис. 1.

Необходимо отметить, что хотя отрицательный потенциал превращается в положительный, латентный период не претерпевает больших изменений, т. е. появляется положительный потенциал, зеркально отражающий отрицательный. При сопоставлении эффектов местной аппликации ГАМК на подступах зрелой и незрелой коры было установлено, что у новорожденных котят ГАМК действует гораздо слабее, что можно объяснить или гетерохронным развитием ингибирующих и возбуждающих синапсов в коре мозга, или низкой чувствительностью корковых синапсов к ГАМК в раннем онтогенезе.

Если исходить из точки зрения об избирательном действии ГАМК на аксодендритические синапсы [3, 4], то данные, полученные нами на котятах, указывают на аксодендритическое происхождение отрицательного первичного ответа коры новорожденных котят.

Мы полагаем, что регистрируемый после ГАМК потенциал положительного знака в зоне S_1 является эффектом поля и отражает активность подкорковых структур мозга.

Что касается генеза глубинного положительного потенциала, мы полагаем, что он является результирующим эффекта поля как поверхностных деполяризационных ПСП аксодендритического происхождения, так и в большей степени эффектом поля деполяризующих ПСП, возникающих в глубоких структурах мозга. На это указывает то, что максимальный положительный потенциал регистрируется на глубине 1500—2500 *мк* в субкортикальных структурах в непосредственной близости с корой (кора у новорожденных котят имеет толщину 1000—1200 *мк*).

По-видимому в незрелой коре эффекты ГАМК на электрокорковую активность обусловлены большей степенью высвобождением поверхност-

ой позитивности, отражающей деполяризационные ПСП, возникающие в глубоких структурах мозга. Мы полагаем, что механизм реверсии поверхностно-отрицательных потенциалов коры после местной аппликации ГАМК принципиально различен для котят и взрослых кошек. В то время как у взрослых кошек реверсированный после ГАМК поверхностно-положительный потенциал отражает активность гиперполяризационных потенциалов поверхностных аксо-дендритических синапсов или эффект поля деполяризационных потенциалов аксо-дендритических синапсов глубоких слоев коры, у котят регистрируемые после ГАМК поверхностно-положительные потенциалы из-за отсутствия поверхностных ТПСП и аксо-соматических ВПСП отражают активность подкоркового очага деполяризации.

Представляет интерес факт отсутствия отрицательного аксо-соматического ВПСП в глубине коры у новорожденных котят. Это указывает на функциональную незрелость аксосоматических синапсов и подтверждает данные Пурпура ([5]) и Анохина ([6]) о более раннем и гетерохронном созревании аксодендритических синапсов коры.

Полученные данные интерпретируются с точки зрения аксодендритического происхождения отрицательных вызванных потенциалов коры в раннем онтогенезе. Положительные же потенциалы в глубине коры («глубинный» ответ) рассматриваются как эффект поля, отражающего активность подкорки.

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

Ֆ. Ա. ԱԴԱՄՅԱՆ

Ուղեղի կեղևի էլեկտրական ակտիվության վրա գամմա-ամինոկարագաթթվի ազդեցության մեխանիզմը կատուների օնտոգենեզում

Կեղևային կառուցվածքներում գամմա-ամինոկարագաթթվի ազդեցության մեխանիզմը պարզաբանելու համար մեկ սերիա փորձերով ուսումնասիրվել է հիշյալ նյութի ազդեցությունը նորածին կատվիկների (1—4 օրեկան) առաջին սոմատոսենսոր (S_1) զոնայի հրահրված պոտենցիալների վրա՝ գրանցելով մակերեսային և միևնույն ժամանակ խորը շերտերի հրահրված պոտենցիալները, որոնք առաջանում են նստային ներվի էլեկտրական դրդումից։ Մեր կողմից կատարված փորձերը հանգեցնում են հետևյալ եզրակացություններին՝

1. Նստային ներվի դրդումից 1—4 օրեկան կատվիկների մոտ առաջին (S_1) սոմատոսենսոր զոնայից ստացվում է բացասական ամպլիտուդայով առաջնային պատասխան։ Այդ նույն կետից 500—2500 խորության վրա ստացվում է նույն պոտենցիալի շրջված ձևը՝ դրական ալիքավորմամբ։

2. Գամմա-ամինոկարագաթթվի տեղական ապլիկացիայից (0,2—0,5%) մակերեսա-բացասական պոտենցիալը շրջվում է մակերեսա-դրականի, կրկնելով խորը դրականությունը։ Խորը շերտերի դրական պոտենցիալը գամմա-ամինոկարագաթթվի մակերեսային ապլիկացիայից ամենին փոփոխությունների չի ենթարկվում։

3. Մեր կողմից ստացված տվյալները կատուների հետ-ծննդյան վաղ օնտոգենեզում պարզաբանվում են կեղևում բացասական հրահրված պոտենցիալի աքսոդենտրիտիկ ծագման տեսությունով։ Խորը շերտերի դրական պոտենցիալը («խորը» պատասխան) նայվում է որպես դաշտի էֆեկտ, որը արտացոլում է ենթակեղևի ակտիվությունը։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *О. Г. Баклаваджян* и *Ф. А. Адамян*, Физ. журнал СССР, 49, 3 : 269 (1963). [2] *О. Г. Баклаваджян* и *Ф. А. Адамян*, Физ. журнал СССР, 50, 62 (1964). [3] *D. P. Purpura*, *M. Cirado* and *Grundfest*, Science, 125:1200 (1957). [4] *K. Iwama* and *H. H. Jasper*, J. Physiol., 138, 3:365 (1957). [5] *D. P. Purpura*, In: Current problems in electrophysiology, N. Y., p. 604 (1961). [6] *П. К. Анохин*, Нейрофизиологические основы электрической активности коры головного мозга, Современные проблемы электрофизиологических исследований нервной системы, 132, 1964.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XLVII 1968 5

УДК 612.827

ФИЗИОЛОГИЯ

М. В. Ханбабян

Микроэлектрофизиологический анализ нейронной активности мозжечка при слуховых раздражениях

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР С. А. Бакунцем 11/VII 1968)

Рядом исследователей был показан факт прибытия в мозжечок афферентных импульсов различного происхождения, а также были подробно изучены их проекционные области ([1, 2]).

Однако механизм влияния этих сигналов на основную деятельность мозжечка, т. е. функциональное их значение, остается невыясненным. Микроэлектрофизиологические данные относительно этого вопроса довольно скудны ([3 - 7]).

В настоящей работе изучалась нейрональная активность коры мозжечка при звуковой стимуляции.

Эксперименты проводились на кошках, наркотизированных хлоралозой. Открывались простая долька, лист и бугор червя мозжечка. Поверхность мозжечка заливалась раствором агар-агара для уменьшения пульсационных колебаний.

Нейрональная активность регистрировалась экстраклеточно стеклянными микроэлектродами с сопротивлением 4—10 *мом*. Микроэлектрод вводился строго перпендикулярно и посредине мозжечкового листка с помощью микроманипулятора с масляной передачей.

Звуковые щелчки подавались от фотофоностимулятора ФФС—2 через миниатюрный динамик, расположенный на расстоянии 10 *см* от уха животного.

Для идентификации клеток Пуркинье применялась стимуляция белого вещества над фастигиальным ядром мозжечка концентрическим электродом, введенным при помощи стереотаксического аппарата. Электрическая активность подавалась на усилитель переменного тока через катодный повторитель. Регистрация нейрональной активности производилась с экрана двухлучевого электронного осциллоскопа ОК—25. Исследование реакций 210 нейронов мозжечка на звуковые раздражения позволило выделить два типа клеток: молчащие и спонтанноактивные, которые значительно отличались по характеру реакций на раздражения.

Молчащие нейроны не обладали спонтанными разрядами, а отвечали только при предъявлении слухового раздражения. Ответы эти представляли из себя пачки импульсов короткой длительности. Иногда за первой пачки импульсов следовали еще одна или две пачки. Как показано на рис. 1, количество импульсов в пачке могло быть разным

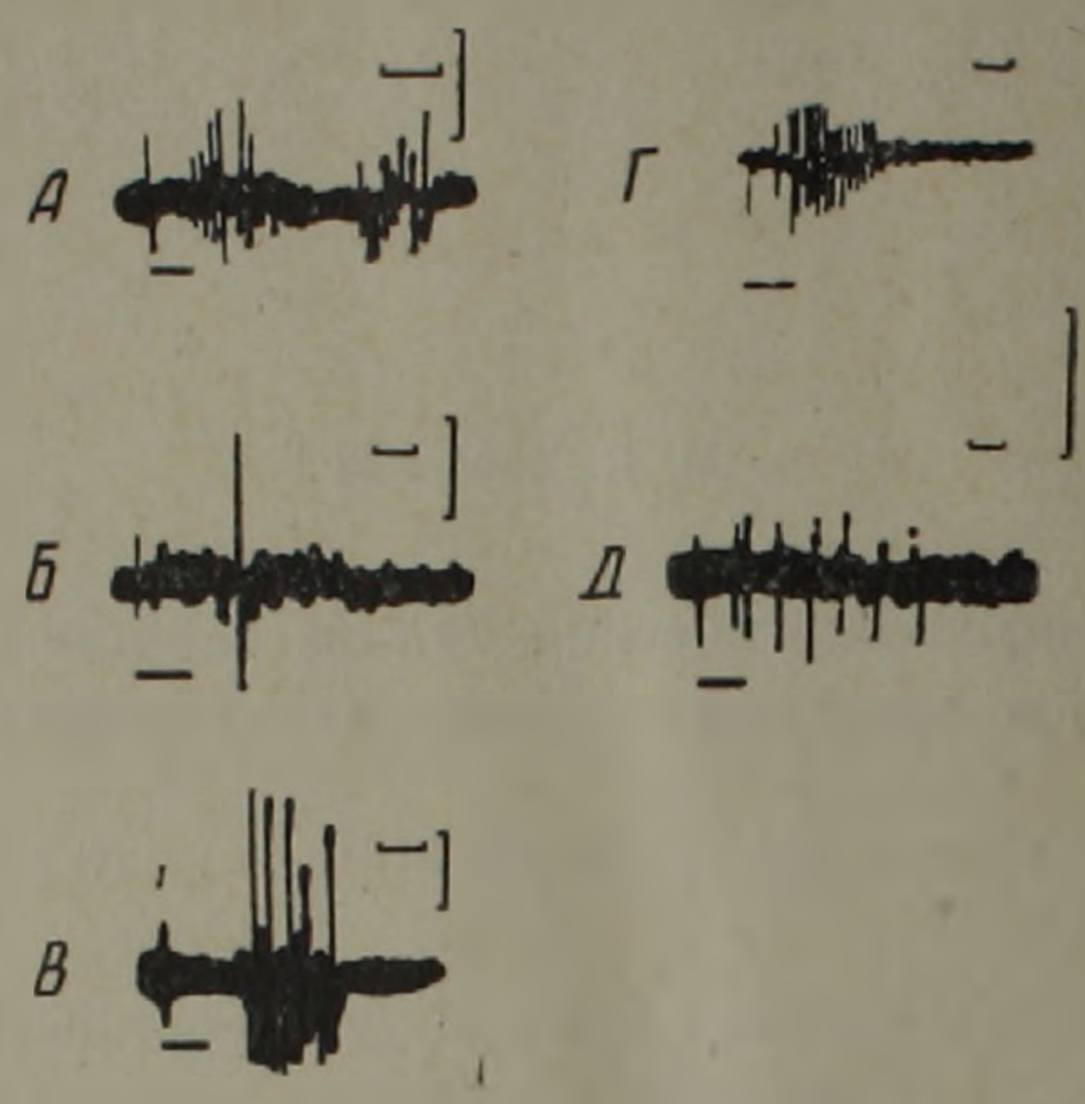


Рис. 1. Различные виды реакций молчащих нейронов коры мозжечка на звуковые щелчки. Глубина отведения от *А* до *Д*, 230, 350, 600, 800 и 650 *мк* соответственно. Отметка для *Б* — 5 *мсек*, для *А*, *В*, *Г*, *Д* — 10 *мсек*. Калибровка амплитуды: 0,5 *мв*. Горизонтальные линии под кривыми — отметки раздражения.

но у большинства нейронов (70%) колебалось от 2 до 5. Наблюдались также реакции в виде одного спайка (14%), а также разряды с большим числом импульсов. Межспайковые интервалы различных молчащих клеток различались. У одной и той же клетки распределение импульсов внутри пачки было постоянным. Оптимальной частотой ритмического звукового раздражения этих нейронов была частота 0,3—2 в секунду.

При дальнейшем увеличении частоты некоторые импульсы в пачке выпадали, иногда вплоть до полного исчезновения ответа.

Скрытый период реакций у половины исследованных нейронов составлял 4—8 *мсек*. Значительная часть их (35%) имела скрытый период 8—15 *мсек*. Ответы молчащих нейронов регистрировались со всех глубин коры мозжечка. Но на различных глубинах (рис. 1) реакции нейронов различались по скрытым периодам, а также количеству импульсов, межспайковым интервалам, амплитуде, что, по-видимому, обусловлено ответами клеточных элементов разных слоев коры мозжечка. Так, на глубине 600—800 *мк* (рис. 1, *ГД*), т. е. на уровне гранулярного слоя, часто регистрировались ответы с большим количеством спайков и более коротким скрытым периодом, чем в других слоях коры мозжечка.

На глубине 350—700 *мк* многие молчащие нейроны, разряжающиеся при звуковой стимуляции, отвечали на околофастигиальную стимуляцию коротко-латентным ответом (до 1,2 *мсек*), не исчезающим при высоких частотах стимуляции.

Кроме описанных реакций молчащих нейронов довольно часто на-

блюдались также нейроны, которые на одиночный щелчок отвечали множественными ритмически возникающими во времени пачками импульсов (рис. 2, *В*). Число таких ритмически повторяющихся пачек доходило до 25. Если второй щелчок следовал сразу после прекращения такого ответа, то разряд этого нейрона состоял из меньшего количества пачек.

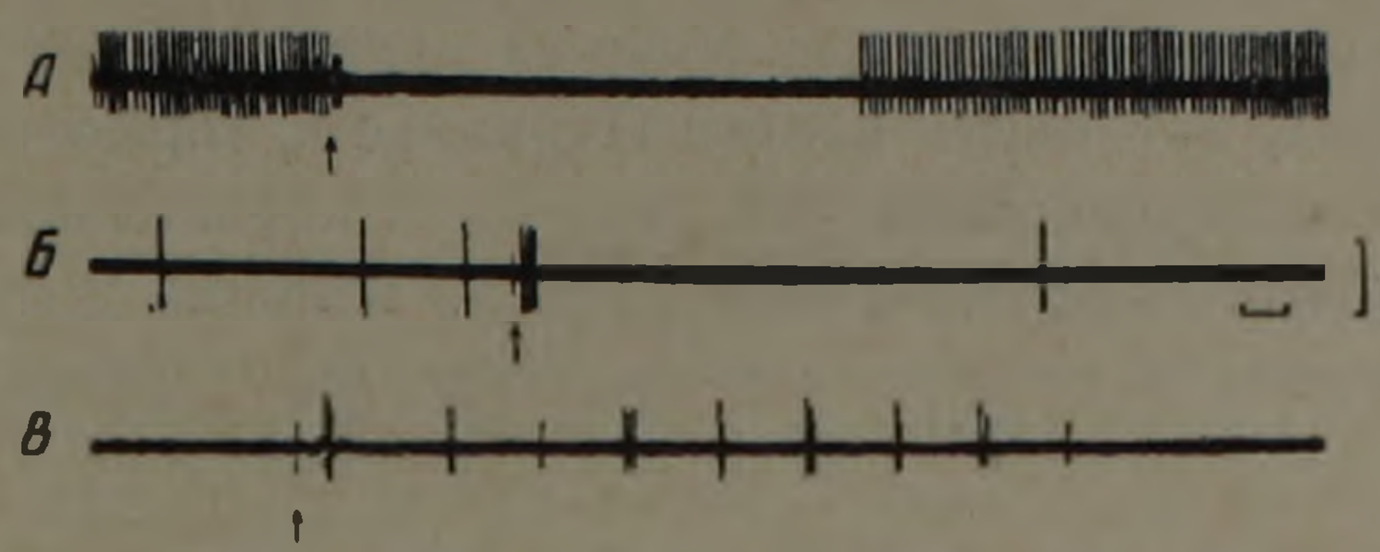


Рис. 2. Реакции спонтанно-активных (*А* и *Б*) и ритмических нейронов (*В*) на звуковые раздражения. *А* — угнетение спонтанных разрядов при предъявлении щелчка (отмечено стрелкой); *Б* — начальное учащение спонтанно-активного нейрона; *В* — нейрон, ритмически разряжающийся на предъявление одиночного щелчка. Отметка времени — 100 *мсек*. Амплитуда — 1 *мв*.

Спонтанно-активные нейроны по сравнению с молчащими реже реагировали на звуковое раздражение, многие из них вовсе не отвечали на щелчок. У большинства реагирующих на звук клеток наблюдалось полное торможение спонтанных разрядов в ответ на предъявление стимула (рис. 2,*А*).

Степень и длительность торможения зависели от интенсивности раздражителя, а также от исходной фоновой частоты разрядов нейрона. Спонтанно-активные клетки с частотой разрядов 40—90 имп. в сек. в ответ на короткий щелчок прекращали разряжаться на длительное время: от нескольких сот *мсек* до 1—2 *сек.*, причем иногда в момент предъявления щелчка одновременно с угнетением разрядов этого нейрона наблюдалась активация другой клетки, отвечающей в виде короткой пачки импульсов. Такие нейроны чаще регистрировались из глубины 300—600 *мк* от поверхности лепестка.

Единицы с низкой частотой фоновых разрядов (1—30 имп. в *сек.*) в ответ на щелчок реагировали начальным учащением разрядов на небольшой промежуток времени (20—60 *мсек)*, вслед за которым следовал период торможения разрядов (рис. 2,*Б)*.

У некоторых спонтанно-активных нейронов разряды постепенно уменьшались и исчезали. Такие клетки давали или учащение разрядов, или ответ в виде пачки подобно молчащей клетке.

Спонтанно-активные нейроны с высокой частотой разрядов, располагающиеся на глубине 300—600 *мк* нередко давали коротколатентные ответы, не исчезающие при высоких частотах стимуляции околофастигиального белого вещества.

Однако нередко нейроны, идентифицированные таким образом, не реагировали на слуховое раздражение.

Все эти данные показывают, что звуковые раздражения могут активировать или тормозить активность нейронов мозжечка, в частности

клеток Пуркинье, являющихся единственными эфферентными нейронам коры мозжечка и, таким образом, участвовать в регуляции его эффек торного выхода.

Ряд приведенных данных хорошо объясняются механизмами, пока занными Дж. Экклсом и сотр. ([8–11]).

Предполагается, что звуковые сигналы поступают в мозжечок в ос новном через систему мшистые волокна—гранулярные клетки—парал лельные волокна, активируя клетки Пуркинье и, тормозя их через систе му тормозных интернейронов—звездчатых и корзинчатых клеток. Н основании скрытого пернода, типа реакций нейрона допускаются такж другие механизмы активации клеток Пуркинье звуковым раздражите лем.

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

Մ. Վ. ԽԱՆԲԱԲՅԱՆ

Ուղեղիկի առանձին բջիջների միկրոէլեկտրոֆիզիոլոգիական ուսումնասիրությունը ձայնային գրգռման ժամանակ

Հետազոտության նպատակն է եղել պարզել, թե լսողական գրգիռներն ինչպես կարող են ազդել ուղեղիկի գործունեության վրա։

Կատարվել է կատվի ուղեղիկի առանձին բջիջների էլեկտրական ակտիվության գրանցում ապակյա միկրոէլեկտրոդների միջոցով։

Հատուկ ուշադրություն է դարձվել լսողական գրգիռների ազդեցությանը Պուրկինյեի բջիջների ակտիվության վրա, որոնք հանդիսանում են ուղեղիկի կեղևի էֆերենտ նեյրոնները։

Փորձերի հիման վրա ուղեղիկի նեյրոնները բաժանվում են երկու խմբի։

Այս նեյրոնները տարբերվում են ինչպես ինքնաթին ակտիվության առկայությամբ («Ս»-նեյրոններ), կամ բացակայությամբ («Մ»-նեյրոններ), այնպես էլ պատասխանի բնույթով ձայնային գրգռման ժամանակ։

«Մ» նեյրոնները ձայնային գրգիռին պատասխանում են կարճ տևողությամբ մի խումբ իմպուլսներով, որոնց քանակը տատանվում է 2-ից մինչև 10-ը։ Նման տիպի պատասխանները գրանցվում են ուղեղիկի կեղևի բոլոր շերտերից։ «Ս» նեյրոնները կարճատև ձայնային գրգիռներին պատասխանում են ինքնաթին ակտիվության արգելակմամբ, որը կարող է տևել մի քանի տասնյակից մի քանի հարյուր միլիվայրկյան։ Այս բջիջները մեծ մասամբ գրանցվում էին ուղեղիկի կեղևում 350—600 միկրոն խորության վրա, որտեղ գտնվում են Պուրկինյեի բջիջները։ Համոզվելու համար, որ վերոհիշյալ նեյրոնային պատասխանները իրոք պայմանավորված են նաև Պուրկինյեի բջիջներով, կատարվել է այդ բջիջների անտիդրոմ գրգռում։

Ստացված տվյալները թույլ են տալիս եզրակացնելու, որ լսողական գրգիռները կարող են ուղղել կամ արգելակել Պուրկինյեի բջիջները և այսպիսով մասնակցել ուղեղիկի ֆունկցիային։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *R. Snider, A. Stowell*, J. Neurophysiol., 7, 331 (1944). [2] *E. Fadiga, G. Pupill* Physiol. Rev., 44, 432 (1964). [3] *F. Bremer, B. Gernandt*, Acta Physiol. Scand., 36, 12 (1964). [4] *P. Buser, A. Rougel*, J. Physiol. (Paris), 46, 287 (1954). [5] *N. Maruyama T. Kawasaki*, 25-th International Congress of Physiol. sciences, Tokio, 372 (1965) [6] *Е. Штирбу*, Автореферат диссертации, Кишинев, 1966. [7] *R. Talbott, A. Tow T. Kennedy*, Exptl. Neurol., 19, 46 (1967). [8] *J. Eccles, R. Llinas, K. Sasaki*, Exptl Brain Res., 1, 82 (1966). [9] *J. Eccles, R. Llinas, K. Sasaki*, J. Physiol. (London) 18 316 (1966). [10] *J. Eccles, R. Llinas, K. Sasaki*, J. Physiol. (London), 182, 268 (1966) [11] *J. Eccles, K. Sasaki, P. Strata*, Exptl. Brain Res., 3, 81 (1967).

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ XLVII ՀԱՏՈՐԻ

Էջ

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Ս. Գ. Հովսեփյան — *Լարի տատման հավասարման համար Դիրիխլեյի խնդրի եզային կետերի ծնող բազմության և ընդհանրացած սեփական ֆունկցիաների լրիվության մասին* 3

Վ. Մ. Եղիգարյան — *Կիսահարթության մեջ մերոմորֆ ֆունկցիաների համար միության որոշ թեորեմներ* 65

Ի. Դ. Զասլավսկի — *Ավտոմատների միջոցով բուլյան ֆունկցիաների իրականացման մասին* 129

Վ. Մ. Եղիգարյան — *Որոշ միակության թեորեմների համարժեքության մասին* . 134

Ի. Ի. Միքայելյան — *Լավագույն մոտավորություններ բազմանդամներով ոչ կապակցված բազմությունների վրա* 193

ԻՐԱԿԱՆ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Ռ. Ս. Մինասյան — *Որոշ կորագիծ մարմիններում ջերմության հարթ կայունացած հոսանքի մասին* 201

ՄԵԽԱՆԻԿԱ

Ա. Գ. Բագդոև — *Եզակի գծի մոտ և միշափանի խնդրում ալիքային տիրույթի որոշումը* 141

Ա. Գ. Բագդոև — *Ճնշման որոշումը հարվածային ալիքների հատման տիրույթում* . 257

ԱՌԱՁԳԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Ա. Բ. Բաղդասարյան — *Առաձգական ալիքների տարածումը կիսասահմանափակ տարամոդուլ ձողում* 149

Վ. Ս. Սարգսյան — *Բաղադրյալ անիզոտրոպ (ոչ օրթոտրոպ) մարմինների առաձգականության տեսության հարթ խնդիրը* 154

Ս. Գ. Սարոյան — *Ուղղանկյուն լայնական կտրվածքով ձողի ոլորումը, որի համանցք շրջանային խոռոչում զոդված է ուրիշ նյութից պատրաստած խողովակ* . . 161

Վ. Ս. Սարգսյան — *Փոփոխական տրամագծով անիզոտրոպ (ոչ օրթոտրոպ) բաղադրյալ ձողերի ոլորումը* 208

ՀԻԴՐՈԴԻՆԱՄԻԿԱ

Ա. Մ. Գասպարյան, Տ. Գ. Կոլշյան, Ն. Ս. Իկարյան — *Երկֆազ հոսանքի կրիտիկական արագության մասին* 265

ՀԻԴՐՈԱԵՐՈԴԻՆԱՄԻԿԱ

Ա. Մ. Բարխուդարյան — *Սկավառակի շրջհոսումը էկրանի մոտ* 269

ՆՅՈՒՆԵՐԱԿԱՆ ՍԵՅՍՄՈԼՈԳԻԱ

Ա. Գ. Նազարով, Ս. Ս. Դարբինյան, Ս. Գ. Շահինյան — *Կառուցվածքների սեյսմակայունության հաշվարկի մեթոդ* 9

Է. Գ. Աֆրիկյան, Լ. Ա. Ջիլ-Հակորյան — *Էնտոմոցիդ տոքսիններ արտադրող սպորավոր բակտերիաների նոր ենթատեսակ* 227

ԲԻՈՔԻՄԻԱ

Հ. Խ. Բունյաթյան, Ա. Ս. Հովհաննիսյան, Ժ. Ս. Գեվորգյան, Կ. Ա. Զորանյան — *Ջհասունացած սպիտակ առնետների երիկամներում L-ամինոթթուների դեամինացման հարցի շուրջը* 31

Հ. Դ. Դողրամաջյան, Ս. Ա. Մարությյան, Է. Վ. Ավագյան — *Խաղողի վազի օլիգոսախարիդների հարցի շուրջը* 37

Ա. Ս. Հովհաննիսյան, Ժ. Ս. Գեվորգյան — *Երիկամային հյուսվածքում L-ամինոթթուների տրանսպորտի մասին* 93

Ա. Շ. Գալստյան, Է. Ս. Հարությունյան — *Հողի սուլֆիդոքսիդազայի ակտիվության որոշման մեթոդը* 287

Ա. Շ. Գալստյան, Է. Ս. Հարությունյան — *Հողի սուլֆիդոքսիդազայի ակտիվության նետի ուղեղի նորադրենալինի ենթաբջջային տարաբաշխման վրա* 290

ԲՈՒՅՍԵՐԻ ԲԻՈՔԻՄԻԱ

Ս. Յա. Զոլոտնիցկայա, Ա. Ա. Մուրադյան — *Հայկական սմիրնովիդկան՝ կումարինային լակտոնների նոր աղբյուր* 101

ԱԳՐՈՔԻՄԻԱ

Թ. Թ. Վարդանյան — *Մթնոլորտային տեղումների էլեկտրահաղորդականությունը Հայաստանում* 223

ԲՈՒՅՍԵՐԻ ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

Մ. Մ. Սարկիսովա, Մ. Ք. Զայլախյան — *Բետա-ինդոլիլյուղաթթվի ազդեցությունը խաղողի վազի կտրոնների բևեռային ծայրերի շնչառության ինտենսիվության վրա* . . 43

Կ. Ս. Պողոսյան — CCC *ռետարդանտի ազդեցությունը խաղողի վազի աճեցողության, միամյա մատերի հասունացման և ցրտադիմացկանության վրա* 49

Վ. Հ. Ղազարյան, Ա. Հ. Աբրահամյան — *Արմատների դերը տերևների նյութափոխանակության վնասակար արգասիքների վերաօգտագործման պրոցեսում* . . . 56

Է. Ս. Հավունջյան, Է. Խ. Շիրակյան, Հ. Հ. Հարությունյան — *Ցորենի ծլերի վերերկրյա և ստորերկրյա մասերի հարաբերության և նրանց մեջ ռիբոնուկլեինաթթվի պարունակության փոփոխությունը CCC-ի ազդեցության տակ* 61

Մ. Ք. Զայլախյան, Ն. Լ. Քալաջյան — *Պալարաբակտերիաների կողմից արտադրվող գիբերելինանման նյութերի ազդեցությունը բարձրակարգ բույսերի վրա* . . . 106

Վ. Ա. Դավթյան, Վ. Վ. Ղազարյան — *Սննդարար լուծույթի մատակարարման հաճախականության ազդեցությունը արևածաղկի արմատների և տերևների աճի ու ֆունկցիոնալ ակտիվության վրա* 112

Է. Ս. Հավունջյան, Գ. Ա. Ալեքսանյան — *Ծխախոտի բույսերի աճեցողության տարբեր հողա-կլիմայական պայմանների առնչությամբ նրանց տերևներում ամինոթթուների կուտակման առանձնահատկությունները տամկեցման ընթացքում* . . . 119

Վ. Վ. Ղազարյան — *Հիդրոպոնային պայմաններում բույսերի արմատների ու տերևների զարգացման ու գործունեության մի քանի առանձնահատկությունների մասին* . 182

Ա. Ս. Մելքոնյան, Մ. Մ. Սարկիսովա — *Խաղողի վազի արմատների և շվերի շնչառության ինտենսիվության համակցված փոփոխությունները ըստ աճեցողության ֆենոլոգիական ֆազերի* 232

Վ. Հ. Ղազարյան, Վ. Դ. Մատինյան — *Տերև-արմատ սֆերայում շաքարների շրջանառության մասին* 295

ԴԵՂԱԳՈՐԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ս. Հ. Միրզոյան, Է. Ս. Դաբրիելյան, Ա. Մ. Սարգսյան — *Ադրենալի ներգործությունը ուղեղի արյան շրջանառության և գլխուղեղում ադրենալինի և նորադրենալինի պարունակության վրա* 235

Ա. Գ. Նազարով, Ռ. Հ. Համասյան, Ա. Ա Դարբինյան — *Կառուցվածքների վարքի տոխաստիկ անալիզը երկրաշարժերի ժամանակ՝ առաձգա-պլաստիկական դեֆորմացիաների հաշվառումով* 275

ՖԻԶԻԿԱ

Գ. Մ. Ավագյանց, Յու. Ա. Աբրահամյան, Վ. Ի. Սեբազո — *Ցինկի խառնուրդով դիոդների վոլտ-ամպերային բնութագրի ստատիստիկ ուսումնասիրությունը* . . . 12
Վ. Հ. Վարդանյան — *Ինքնագրավիտացվող կազմավորումների կայունության ուսումնասիրության էներգետիկ սկզբունքի մասին* 73
Գ. Մ. Ավագյանց, Յու. Ա. Աբրահամյան, Վ. Ի. Սեբազո — *Բացասական դիմադրություն ունեցող դիոդների անցումային բնութագծերի ուսումնասիրությունը* . . . 167

ԱՍՏՐՈՖԻԶԻԿԱ

Յու. Կ. Մելիք-Ալավերդյան — *Ռադիոաղբյուրների հաշվարկման հնարավոր մեկնաբանության մասին* 17
Վ. Վ. Պապոյան — *Պտտվող կոնֆիգուրացիաների Նյուտոնյան տեսության վերաբերյալ* 21

ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՖԻԶԻԿԱ

Ի. Վ. Ալեքսանդրով, Յու. Մ. Պողոսբեկյան — *Սպին-ցանցային ռելաքսացիայի ուղղակի պրոցեսների վրա բյուրեղային ցանցի դեֆեկտների ազդեցության ադդիտիվության հարցի մասին* 171

ՕՐԳԱՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ

Վ. Մ. Թառայան, Ե. Ն. Հովսեփյան, Վ. Ժ. Աբծրունի — *Թալիումի միկրոքանակների էքստրակցիոն-ֆոտոմետրիկ որոշումը մի քանի հիմնային ներկերով* 27
Վ. Մ. Թառայան, Ս. Վ. Վարդանյան — *Թիազինային շարքի ներկերը որպես ռեագենտներ ռենիումի էքստրակցիոն-ֆոտոմետրիկ որոշման համար* 211
Վ. Ի. Խաչատրյանց, Զ. Դ. Կոստանովիչ, Ս. Վ. Խոմկո — *Մի քանի տեղակալված 1,3 դիօքսանների ԿՄՌ -սպեկտրները և կառուցվածքը* 281

ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ա. Վ. Ղազարյան, Վ. Հ. Պարոնիկյան, Է. Մ. Նալբանդյան, Մ. Ս. Ազիզբեկյան — *Ալավերդու հանքավայրի Ոսկեսար (Ղզլ-Տաշ) տեղամասի քվարցային պլագիոպորֆիրների հանքաբերության մասին* 77

ՀԱՆՔԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Ա. Հ. Աշիրգյոզյան, Ռ. Գ. Մխիթարյան, Է. Մ. Նալբանդյան — *Հյուսիսային Հայաստանի մի շարք կոլչեդանային հանքավայրերում տարածված մերձհանքային «սերիցիտների» առանձնահատկությունների մասին* 81
Ա. Ի. Կարապետյան — *Ղափանի կոլչեդան-բազմամետաղային հանքավայրում մոլիբդենի հանքայնացման հայտնաբերման մասին* 219

ՍՏՐԱՏԻԳՐԱՖԻԱ

Յու. Վ. Սայադյան — *Շիրակի հին լճի դիատոմային ջրիմուռների ստրատիգրաֆիան և պալեոաշխարհագրական նշանակությունը* 66
Ա. Հ. Գաբրիելյան, Ա. Ա. Տոլմաչեվսկի, Պ. Տ. Շեստակով — *Հոկտեմբերյանի շերտախմբի (ՀՍՍՀ) հասակի ու ստրատիգրաֆիական դիրքի մասին* 176

ՄԻԿՐՈԲԻՈԼՈԳԻԱ

Ռ. Դ. Ավագյան — *Ուլտրամանիշակագույն ճառագայթների և ուլտրաձայնի ազդեցության մի քանի յուրահատկությունները գինու հիմնական միկրոֆլորայի վրա* . . 90

ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

Ա. Գ. Առաքելյան — *Հիպոթալամուսում հրահրվող պոտենցիալների տեղակայման հարցի շուրջը լույսային գրգռման ժամանակ* 124

Վ. Վ. Ֆանարջյան, Ջ. Ս. Սարգսյան — *Կատվի կարմիր կորիզի ռուբրո-ողնուղեղային նեյրոնների էլեկտրոֆիզիոլոգիական բնութագրի մասին* 187

Գ. Ն. Գրիգորյան — *Ողնուղեղի հետին սյուների կարճալատենտ պրոեկցիան ուղեղի կեղևի ասոցիացիոն զոնայում* 245

Վ. Վ. Ֆանարջյան, Ջ. Ս. Սարգսյան — *Կատվի մոտ ուղեղիկի և կարմիր կորիզի փոխհարաբերության էլեկտրոֆիզիոլոգիական ուսումնասիրությունը* 251

Լ. Լ. Ղազարյան — *Ուղեղիկի կեղևի հրահրված էլեկտրական ակտիվությունը նորմալ կատուների մոտ՝ ի պատասխան լույսային գրգռման* 299

Ֆ. Ս. Աբրամյան — *Ուղեղի կեղևի էլեկտրական ակտիվության վրա գամմա-ամինոկարագաթթվի ազդեցության մեխանիզմը կատուների օնտոգենեզում* 301

Մ. Վ. Խանբաբյան — *Ուղեղիկի առանձին բջիջների միկրոէլեկտրոֆիզիոլոգիական ուսումնասիրությունը ձայնային գրգռման ժամանակ* 309

СОДЕРЖАНИЕ XLVII ТОМА

Стр.

МАТЕМАТИКА

С. Г. Овсепян — О порождающем множестве граничных точек и о полноте системы обобщенных функций задачи Дирихле для уравнения колебания струны 3

В. М. Едигарян — Некоторые теоремы единственности для мероморфных функций в полуплоскости 65

И. Д. Заславский—О реализации булевых функций с помощью автоматов 129

В. М. Едигарян—Об эквивалентности некоторых задач единственности . 134

И. И. Микаелян—Наилучшее приближение полиномами на несвязных совокупностях 193

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Р. С. Минасян—О плоском установившемся течении тепла в некоторых криволинейных телах 201

МЕХАНИКА

А. Г. Багдоев—Определение волновой области в одномерной задаче и вблизи особой линии 141

А. Г. Багдоев—Определение давления в окрестности встречи ударных волн 257

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

А. Б. Багдасарян—О распространении упругих волн в полуограниченном разномодульном упругом стержне 149

В. С. Саркисян—Плоская задача теории упругости анизотропных (неортотропных) составных тел 154

С. Р. Сароян—Кручение прямоугольного стержня, с соосную круговую полость которого впаяна труба из другого материала 161

В. С. Саркисян—Кручение анизотропных (неортотропных) составных валов переменного диаметра 208

ГИДРОДИНАМИКА

А. М. Гаспарян, Т. Г. Колчаян, Н. С. Икарян—О критической скорости двухфазного потока 265

ГИДРОАЭРОДИНАМИКА

А. М. Бархударян—Обтекание диска вблизи экрана 268

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ

А. Г. Назаров, С. С. Дарбинян, С. Г. Шагинян—Метод расчета сооружений на сейсмостойкость 9

А. Г. Назаров, Р. О. Амасян, С. С. Дарбинян—Стохастический анализ поведения сооружений при землетрясениях с учетом упруго-пластических деформаций 275

ФИЗИКА

Г. М. Авакянц, Ю. А. Абрамян, В. И. Сераго—Статистические исследования вольт-амперных характеристик диодов с примесью цинка 12

В. А. Варданян—Замечание к энергетическому принципу исследования устойчивости самогравитирующих образований 73

Г. М. Авакьянц, Ю. А. Абрамян, В. И. Сераго—Исследование переходных характеристик диодов с отрицательным сопротивлением 167

АСТРОФИЗИКА

Ю. К. Мелик-Алавердян—О возможной интерпретации подсчетов радиоисточников 17

В. В. Папоян—К ньютоновской теории вращающихся конфигураций . . 21

ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

И. В. Александров, Ю. М. Погосбекян—К вопросу об аддитивности влияния дефектов кристаллической решетки на прямые процессы спин-решетчатой релаксации 171

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. М. Тараян, Е. Н. Овсепян, В. Ж. Арцруни—Экстракционно-фотометрическое определение таллия некоторыми основными красителями 27

В. М. Тараян, С. В. Вартанян—Тиазиновые красители, как реагенты для экстракционно-фотометрического определения рения 214

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. И. Исагулянц, З. Д. Кустанович, С. В. Хомко—ЯМР-спектры и структура некоторых замещенных 1,3-диоксанов 281

ГЕОЛОГИЯ

С. В. Казарян, В. О. Пароникян, Э. М. Налбандян, М. С. Азизбекян—О рудоносности кварцевых плагиопорфиров участка Воскесар (Кызыл-Таш) Алавердского месторождения 77

МИНЕРАЛОГИЯ

С. О. Ачикгезян, Р. Г. Мхитарян, Э. М. Налбандян—Об особенностях околорудных «серицитов» некоторых колчеданных месторождений Северной Армении 81

А. И. Карапетян—Об обнаружении молибденовой минерализации в пределах Кафанского колчеданно-полиметаллического месторождения 219

СТРАТИГРАФИЯ

Ю. В. Саядян—Стратиграфическое и палеографическое значение диатомовых водорослей древнего Ширакского озера 86

А. А. Габриелян, А. А. Толмачевский, П. Т. Шестаков—О возрасте и стратиграфическом положении Октемберянской свиты (Армянская ССР) . . . 176

МИКРОБИОЛОГИЯ

Б. П. Авакян—Некоторые особенности действия ультрафиолетовых лучей и ультразвука на основную микрофлору вина 90

Э. К. Африкян, Л. А. Чил-Акопян—Новая разновидность спорообразующих бактерий-продуцентов энтомоцидных токсинов 227

БИОХИМИЯ

Г. Х. Бунятян, А. С. Оганесян, Ж. С. Геворкян, К. А. Чобанян—К вопросу дезаминирования L-аминокислот в почечной ткани незрелых белых крыс . . 31

А. Д. Дограмаджян, С. А. Марутян, Э. В. Авакян—К вопросу олигосахаридов виноградной лозы 37

А. С. Оганесян, Ж. С. Геворкян—О транспорте α-аминокислот в почечную ткань 95

А. Ш. Галстян, Э. А. Арутюнян—Метод определения активности сульфидоксидазы почвы 287

Н. А. Есаян, Л. Н. Аракелян—Влияние гамма аминомасляной кислоты на субклеточное распределение норадреналина в мозгу крыс 290

БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

С. Я. Золотницкая, А. А. Мурадян—Новый источник кумариновых лактонов смирновидка армянская 101

АГРОХИМИЯ

Т. Т. Варданян—Электропроводность атмосферных осадков в Армении . 223

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. М. Саркисова, М. Х. Чайлахян—Влияние бета-индолилмасляной кислоты на интенсивность дыхания в полярных концах черенков винограда . . . 43

К. С. Погосян—Влияние ретарданта ССС на рост, зызревание и морозостойкость виноградной лозы 49

В. О. Казарян, А. Г. Абрамян—О роли корней в реутилизации вредных отходов листового обмена 56

Э. С. Авунджян, Э. Х. Ширакян, Г. А. Арутюнян—Изменение отношения веса надземной части к весу корней проростков пшеницы и содержания в них РНК под влиянием ССС 61

М. Х. Чайлахян, Н. Л. Каладжян—Влияние гиббереллиноподобных веществ, выделяемых клубеньковыми бактериями на высшие растения 106

В. А. Давтян, В. В. Казарян—О влияния частоты подачи питательной смеси на рост и функциональную активность корней и листьев подсолнечника . . 112

Э. С. Авунджян, Г. А. Алексанян—Особенности накопления аминокислот в листьях табака при томлении в связи с различными почвенно-климатическими условиями выращивания растений 119

В. В. Казарян—О некоторых особенностях развития и функционирования корней и листьев растений в условиях гидропоники 182

А. С. Мелконян, М. М. Саркисова—О сопряженном изменении интенсивности дыхания корневой системы и побегов винограда по фенофазам развития . . 232

В. О. Казарян, В. Г. Матинян—О круговороте сахаров в сфере лист—корень 295

ФАРМАКОЛОГИЯ

С. А. Мирзоян, Э. С. Габриелян, А. М. Саркисян—Влияние арпенала на мозговое кровообращение и содержание адреналина и норадреналина в головном мозгу 238

ФИЗИОЛОГИЯ

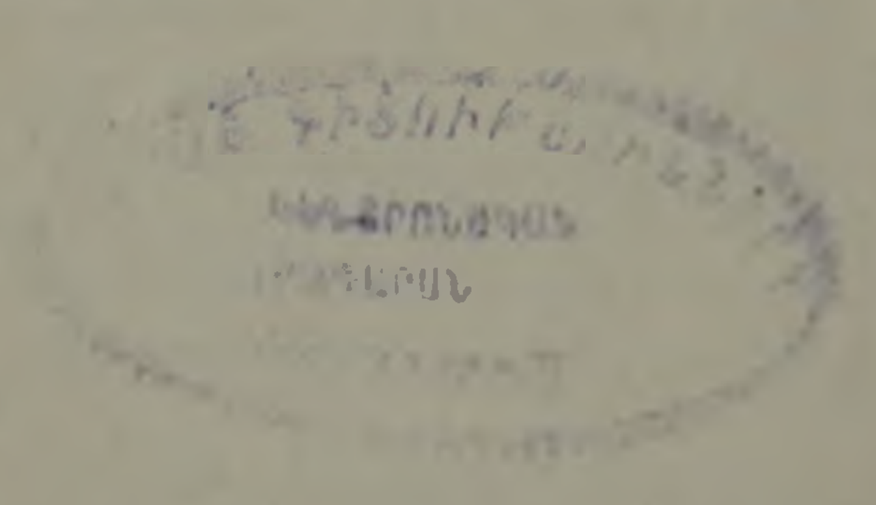
А. Г. Аракелян—К вопросу о локализации в гипоталамусе зызванных потенциалов при световом раздражении 124

В. В. Фанарджян, Д. С. Саркисян—К электрофизиологической характеристике рубро-спинальных нейронов красного ядра кошки 18

Г. Е. Григорян—О коротколатентной проекции дорсальных канатиков спинного мозга в теменной ассоциативной коре кошки 24

В. В. Фанарджян, Д. С. Саркисян—Электрофизиологическое изучение взаимоотношения мозжечка и красного ядра у кошек 25

Л. Л. Казарян — Вызванная электрическая активность коры мозжечка нормальной кошки на вспышки света 29

Ф. А. Адамян—К механизму действия ГАМК на электрические потенциалы коры мозга в онтогенезе 304

М. В. Ханбабян—Микроэлектрофизиологический анализ нейроновой активности мозжечка при слуховых раздражениях 309