ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

ՉԵԿՈՒՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ

XXXI, № 1

1960

Խմբագրական կոլեգիա

Գ. Ս. ԴԱՎԹՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս, Վ. Մ. ԹԱՌԱՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ (պատ. խմբագրի տեղակալ), Ս. Ս. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս, Մ. Մ. ՋՐԲԱՇՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագիր):

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик АН АрмССР, Г. С. ДАВТЯН, академик АН АрмССР, М. М. ДЖРБАШЯН, академик АН АрмССР (отв. редактор), В. О. КАЗАРЯН (зам. отв. редактора), С. С. МКРТЧЯН, академик АН АрмССР, А. Г. НАЗАРОВ, академик АН АрмССР, В. М. ТАРАЯН, чл.-корресп. АН АрмССР.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆ

ЕРЕВАН

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Էջ

Մաթեմատիկա

Ա. Ա. Թալալյան և Է. Մ. Քենեյան—*Միավոր շրջանում միջին բազմանդամային մոտարկման մասին* 3

Առաձգականության տեսություն

Բ. Լ. Աբրահամյան—*Կորագիծ անկյունակի տեսքով լայնական կտրվածք ունեցող պրիզմատիկ ձողերի ոլորումը* 9

Ֆիզիկա

Թ. Լ. Ասատիանի, Վ. Մ. Քրիշչյան և Ռ. Հ. Շահխաթունյան—*Կոսմիկական ճառագայթման μ+-մեզոնների բևեռացումը* 15

Աստղաֆիզիկա

Ռ. Հ. Սահակյան—*Գալակտիկաների դեֆորմացիան բախման հետևանքով* . . 19

Դինամիկական օդերևութաբանություն

Խ. Ն. Ջիլբունյան—*Փոքր մասշտաբի կոնվեկցիայի տեսության մասին* . . . 29

Դեղագործական քիմիա

Ա. Լ. Մնջոյան, *ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս*, Հ. Լ. Պապայան և Ն. Մ. Օհանջանյան—*Հետազոտություն տեղակալված քացախաթթուների ածանցյալների բնագավառում: Հաղորդում* XXI 37

Հանքաբանություն

Շ. Հ. Ամիրյան—*Ոսկու հանքավայրերից մեկի միներալոգիայի շուրջը* 43

Ստրատիգրաֆիա

Կ. Հ. Մկրտչյան—*Նոր տվյալներ Լոռու սինկլինորիումի տրանսգրեսիվ շերտախմբի վերին հասակի մասին* 49

Ա. Ս. Նազարյան—*Նոր տվյալներ Հայկական ՍՍՌ Հրազդանի շրջանի ալևրոլիտային ապարների հասակի մասին* 53

Ֆիզիոլոգիա

Գ. Ս. Գրիգորյան—*Ողնուղեղի ետևի սյուների մորֆոլոգիայի և ֆունկցիայի հարցի շուրջը* 57

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Математика

А. А. Талалян и *Э. М. Кегеян* — О средней полиномиальной аппроксимации в единичном круге 3

Теория упругости

Б. Л. Абрамян — Кручение призматических стержней с поперечным сечением в виде криволинейного уголка 9

Физика

Т. Л. Асатиани, В. М. Крищян и *Р. О. Шархатунян* — Поляризация μ^+-мезонов космического излучения 15

Астрофизика

Р. А. Саакян — О деформации галактик при столкновениях 19

Динамическая метеорология

Х. Н. Зейтунян — К теории конвекции малого масштаба 29

Фармацевтическая химия

А. Л. Мнджоян, академик АН Армянской ССР, *Г. Л. Папоян* и *Н. Н. Оганджанян* — Исследование в области производных замещенных уксусных кислот. Сообщение XXI 37

Минералогия

Ш. О. Амирян — К минералогии золоторудных месторождений 43

Стратиграфия

К. А. Мкртчян — Новые данные о верхнеэоценовом возрасте трансгрессивной свиты лорийского синклинория Армянской ССР 49

А. Е. Назарян — Новые данные о возрасте алевролитовых пород Раздан-ского района Армянской ССР 53

Физиология

Г. Е. Григорян — К морфофункциональной организации задних столбов спинного мозга 57

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXXI 1960 1

МАТЕМАТИКА

А. А. Талалян и Э. М. Кегеян

О средней полиномиальной аппроксимации в единичном круге

Представлено академиком АН Армянской ССР А. Л. Шагиняном 29.I 1960

Обозначим через D круг $|z|<1$ в комплексной плоскости.

Известно, что если G область типа Карадеодори, т. е. область, граница которой совпадает с границей дополнительной области, содержащей бесконечно далекую точку, то в классе $H_2(G)$, т. е. в классе аналитических в области G функций $f(z)$, для которых

$$\iint_G |f(z)|^2 d\sigma < \infty, \tag{1}$$

где $d\sigma$ — элемент площади, возможна полиномиальная аппроксимация в среднем, т. е.

$$\inf_{\{P\}} \iint_G |f(z) - P(z)|^2 d\sigma = 0 \tag{2}$$

(см., например, (1)).

Далее А. Л. Шагиняном (2) было доказано, что если ограничиться только теми полиномами, которые имеют фиксированные значения в заданном конечном числе точек границы, то в областях типа Карадеодори опять имеет место аппроксимация вида (2).

В связи с этим, в настоящей заметке рассматривается следующая задача.

Пусть $f(z)$ произвольная функция из класса $H_2(D)$, а $\varphi(\theta)$ произвольная другая действительная и измеримая функция, заданная на отрезке $[0,2\pi]$ (заметим, что $\varphi(\theta)$ может равняться бесконечности на множестве положительной меры).

Ищутся полиномы $P_n(z)$, для которых

$$1)\ \lim_{n\to\infty} \iint_D |f(z) - P_n(z)|^2 d\sigma = 0$$

$$2)\ \lim_{n\to\infty} \mathrm{Re}\, P_n(e^{i\theta}) = \varphi(\theta)$$

почти всюду на интервале $(0, 2\pi)$.

Предварительно докажем следующую теорему.

Теорема 1. Если $f(z) \in H_2(D)$ *произвольная функция, а* $\varphi(\theta) \in L_2(0, 2\pi)$ *произвольная другая действительная функция, то для любого* $\varepsilon > 0$ *существует полином* $P(z)$, *такой, что*

$$1) \iint\limits_D |f(z) - P(z)|^2 \, d\sigma < \varepsilon$$

$$2) \ \operatorname{mes} E(|\varphi(\theta) - ReP(e^{i\theta})| > \varepsilon) < \varepsilon$$

При доказательстве этой теоремы используется следующая лемма, доказанная в ([3]).

Лемма 1. Если на отрезке $\Delta = [ab]$ заданы функции $\psi_0(x)$, $\psi_1(x) \cdots \psi_n(x)$, которые принадлежат пространству $L_2(a, b)$, то для любых положительных η и $\delta < 1$ можно найти функцию $f(x) \in L_2(a, b)$ такую, что

$$1) \ \operatorname{mes} E\{f(x) \neq 0\} \leqslant \delta(b - a)$$

$$2) \int\limits_\Delta f^2(x)\, dx \leqslant \frac{1}{\delta} \int\limits_\Delta \psi_0^2(x)\, dx$$

и, наконец,

$$3) \left| \int\limits_\Delta \psi_0(x)\, \psi_k(x)\, dx - \int\limits_\Delta f(x)\, \psi_k(x)\, dx \right| < \eta$$

$$k = 1, 2, \cdots, n$$

Легко видеть, что из этой леммы непосредственно следует

Лемма 1′: *Пусть* $\psi_0(\theta), \psi_1(\theta), \cdots, \psi_n(\theta)$ *произвольные действительные функции из класса* $L_2(0, 2\pi)$. *Тогда для любых положительных чисел* $\delta < 1$ *и* η *существует в классе* $L_2(0, 2\pi)$ *функция* $\psi(\theta)$, *обладающая следующими свойствами:*

$$1) \ \operatorname{mes} E(\psi_0 \neq \psi) \leqslant \delta 2\pi$$

$$2) \left| \int\limits_0^{2\pi} \psi(\theta)\, \psi_k(\theta)\, d\theta \right| < \eta$$

$$k = 1, 2, \cdots, n$$

$$3) \quad \|\psi\|^2 \leqslant \frac{4}{\delta} \|\psi_0\|^2$$

где $E(\psi_0 \neq \psi)$ — *множество тех точек* θ *отрезка* $(0, 2\pi)$, *для которых* $\psi_0(\theta) \neq \psi(\theta)$, *а* $\|\psi\|$ — *норма функции* ψ *в пространстве* $L_2(0, 2\pi)$.

Очевидно, если положим $\psi = \psi_0 - f$, где f функция, удовлетворяющая условиям леммы 1 (при этом полагается $(a, b) \equiv (0, 2\pi)$) то ψ будет удовлетворять условиям леммы 1′.

Переходя к доказательству теоремы, заметим прежде всего, что существует полином $S(z)$ такой, что

$$\iint_D |f(z) - S(z)|^2 d\sigma < \frac{\varepsilon}{4}. \tag{3}$$

Обозначим через

$$\psi_0(\theta) = \varphi(\theta) - ReS(e^{i\theta}). \tag{4}$$

Докажем, что существует полином $Q(z)$, обладающий следующими свойствами:

$$1) \iint_D |Q(z)|^2 d\sigma < \frac{\varepsilon}{4}$$

$$2) \operatorname{mes} E(|\psi_0(\theta) - ReQ(e^{i\theta})| > \varepsilon) < \varepsilon.$$

Ясно, что при наличии такого многочлена $Q(z)$, многочлен $P(z) = Q(z) + S(z)$ в силу (3) и (4) будет обладать следующими свойствами

$$1) \iint_D |f(z) - P(z)|^2 d\sigma = \iint_D |(f(z) - S(z)) - Q(z)|^2 d\sigma \leqslant$$

$$\leqslant (\|f - S\| + \|Q\|)^2 < \left(\frac{\sqrt{\varepsilon}}{2} + \frac{\sqrt{\varepsilon}}{2}\right)^2 = \varepsilon$$

$$2) \operatorname{mes} E(|\varphi(\theta) - ReP(e^{i\theta})| > \varepsilon) =$$

$$= \operatorname{mes} E(|\psi_0(\theta) - ReQ(e^{i\theta})| > \varepsilon) < \varepsilon$$

т. е. теорема будет доказана.

Для построения полинома $Q(z)$ возьмем положительное целое число n_0 и положительное число η, удовлетворяющие неравенствам

$$\frac{16\pi \|\psi_0\|^2}{n_0} < \frac{\varepsilon^2}{8} \tag{5}$$

$$\eta < \sqrt{\frac{\pi\varepsilon}{8(n_0+1)}} \tag{6}$$

В лемме 1′ возьмем вместо ψ_0 функцию, определенную равенством (4), а за функции $\psi_1(\theta)$, $\psi_2 \cdots$. $\psi_n(\theta)$ возьмем первые $(2n_0 + 1)$ функции тригонометрической системы

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}, \frac{\sin\theta}{\sqrt{\pi}}, \frac{\cos\theta}{\sqrt{\pi}}, \cdots, \frac{\sin n_0\theta}{\sqrt{\pi}}, \frac{\cos n_0\theta}{\sqrt{\pi}} \cdots.$$

Из этой леммы следует, что существует функция $\psi(\theta)$, такая, что

$$1) \operatorname{mes} E(\psi \neq \psi_0) \leqslant \frac{\varepsilon}{2} \tag{7}$$

$$2)\ \left|\int_0^{2\pi}\psi(\theta)\cos k\theta\,d\theta\right|<\eta,\quad \left|\int_0^{2\pi}\psi(\theta)\sin k\theta d\theta\right|<\eta \tag{8}$$

$$k=0,1,\cdots,n_0$$

$$3)\ \|\psi\|^2<\frac{16\pi\|\psi_0\|^2}{\varepsilon} \tag{9}$$

$\left(\text{в лемме } 1' \text{ вместо } \delta \text{ взято } \frac{\varepsilon}{4\pi}\right)$.

Так как $\psi(\theta)\in L_2(0,\ 2\pi)$, то существует число N такое, что при $n>N$ для всех частных сумм n-го порядка ряда Фурье функции $\psi(\theta)$ имеем

$$\int_0^{2\pi}\left|\psi(\theta)-\left(\frac{a_0}{\sqrt{2\pi}}+\sum_{k=1}^{n}\frac{a_k}{\sqrt{\pi}}\cos k\theta+\frac{b_k}{\sqrt{\pi}}\sin k\theta\right)\right|^2 d\theta<\frac{\varepsilon^3}{2},\ (10)$$

где

$$a_0=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_0^{2\pi}\psi(\theta)\,d\theta,\ a_k=\frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_0^{2\pi}\psi(\theta)\cos k\theta d\theta, \tag{11}$$

$$b_k=\frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_0^{2\pi}\psi(\theta)\sin k\theta d\theta.$$

Обозначим через

$$Q(z)=\frac{a_0}{\sqrt{2\pi}}+\sum_{k=1}^{n}\left(\frac{a_k}{\sqrt{\pi}}-i\frac{b_k}{\sqrt{\pi}}\right)z^k.$$

Из (10) имеем

$$\int_0^{2\pi}|\psi(\theta)-ReQ(e^{i\theta})|^2\,d\theta<\frac{\varepsilon^3}{2}. \tag{12}$$

С другой стороны

$$\iint_D|Q(z)|^2\,d\sigma=\iint_D Q(z)\overline{Q(z)}\,d\sigma=$$

$$=\frac{a_0^2}{2}+\sum_{k=1}^{n}\frac{a_k^2+b_k^2}{k+1}=\frac{a_0^2}{2}+\sum_{k=1}^{n_0}+\sum_{n_0+1}^{n}.$$

В силу (6), (8) и (11) будем иметь

$$\frac{a_0^2}{2}+\sum_{k=1}^{n_0}\frac{a_k^2+b_k^2}{k+1}<\frac{\eta_1^2(n_0+1)}{\pi}<\frac{\varepsilon}{\delta}.$$

Далее, из неравенства Бесселя из (5) и (9) вытекает

$$\sum_{n_0+1}^{n} \frac{a_k^2 + b_k^2}{k+1} < \frac{1}{n_0} \| \psi \|^2 < \frac{16\pi \| \psi_0 \|^2}{n_0 \cdot \varepsilon} < \frac{\varepsilon}{8}.$$

Так что окончательно получаем

$$\iint_D |Q(z)|^2 d\sigma < \frac{\varepsilon}{4}.$$

Но из (12) вытекает, что

$$\text{mes}\,(|\psi(\theta) - ReQ(e^{i\theta})| > \varepsilon) < \frac{\varepsilon}{2}.$$

Отсюда, учитывая (7), получаем

$$\text{mes}\,(|\psi_0(\theta) - ReQ(e^{i\theta})| > \varepsilon) < \frac{\varepsilon}{2} + \frac{\varepsilon}{2} = \varepsilon.$$

Теорема доказана.

Теперь легко доказать, что задача, сформулированная вначале настоящей статьи, имеет положительное решение, а именно, справедлива

Теорема 2: Если $f(z) \in H_2(D)$ произвольная функция, а $\varphi(\theta)$ произвольная другая измеримая функция, то существует последовательность многочленов $P^{(k)}(z)$ такая, что

$$1) \lim_{k\to\infty} \iint_D |f(z) - P^{(k)}(z)|^2 d\sigma = 0$$

$$2) \lim_{k\to\infty} ReP^{(k)}(e^{i\theta}) = \varphi(\theta)$$

почти всюду на интервале $(0, 2\pi)$.

Обозначим через

$$\varphi_k(\theta) = \begin{cases} \varphi(\theta) & \text{если } |\varphi| \leqslant k \\ k & \text{если } |\varphi| > k \end{cases}$$

и возьмем последовательность положительных чисел ε_k, где

$$\sum_{k=1}^{\infty} \varepsilon_k < \infty. \tag{13}$$

Согласно теореме 1, для каждого ε_k существует полином $P_{(z)}^{(k)}$ такой, что

$$\iint_D |f(z) - P_{(z)}^{(k)}|^2 d\sigma < \varepsilon_k \tag{14}$$

и

$$\text{mes}\, E\,(|\varphi_k(\theta) - ReP^{(k)}(e^{i\theta})| > \varepsilon_k) < \varepsilon_k. \tag{15}$$

Обозначим через

$$F_k = [0, 2\pi] - E(|\varphi_k(\theta) - ReP^{(k)}(e^{i\theta})| > \varepsilon_k) \tag{16}$$

и

$$E_0 = \sum_{n=1}^{\infty} \prod_{k=n}^{\infty} E_k. \tag{17}$$

Из (13), (15) и (16) следует, что

$$\text{mes } E_0 = 2\pi.$$

Легко видеть, что при $\theta \in E_0$

$$\lim_{k\to\infty} ReP^{(k)}(e^{i\theta}) = \varphi(\theta).$$

Если в теореме 2 возьмем $\varphi(\theta) \equiv +\infty$, получим

Следствие: Для каждого $f(z) \in H_2(D)$ существует последовательность многочленов $P_{(z)}^{(k)}$, такая, что

$$1)\ \lim_{k\to\infty} \iint_D |f(z) - P_{(z)}^{(k)}|dz = 0.$$

$$2)\ \lim_{k\to\infty} |P^{(k)}(e^{i\theta})| = \infty.$$

п. в. на $(0, 2\pi)$.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Ա. Ա. ԹԱԼԱԼՅԱՆ և Է. Մ. ՔԵՉԵՅԱՆ

Միասփյուռ շրջանում միջին բազմանդամային մոտարկման մասին

Ներկա հոդվածում հիմնականում ապացուցվում է հետևյալ արդյունքը.

Թեորեմ.— Ինչպիսին էլ լինի $|\xi| = 1$ շրջանագծի վրա տրված $\varphi(\xi)$ իրական և չափելի ֆունկցիան (որը կարող է նույնասար լինել անվերջի դրական չափի բազմության վրա), և ինչպիսին էլ լինի միասփյուռ շրջանում միջին քառակուսիով ինտեգրելի $f(z)$ ֆունկցիան, միշտ հնարավոր է գտնել $\{P_{(z)}^{(k)}\}$ բազմանդամներ, որոնց համար

$$1.\ \lim_{k\to\infty} \iint_{|z|<1} |f(z) - P_{(z)}^{(k)}|^2 dz = 0.$$

$$2.\ \lim_{k\to\infty} ReP^{(k)}(\xi) = \varphi(\xi).$$

համարյա ամենուրեք $|\xi| = 1$ շրջանագծի վրա:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. И. Маркушевич*, Теория аналитических функций, стр. 428. [2] *А. Л. Шагинян*, ДАН АрмССР, т. XVI, № 1 (1953). [3] *С. Качмаж, Г. Штейнгауз*, Теория ортогональных рядов, стр. 374.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXXI 1960 1

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

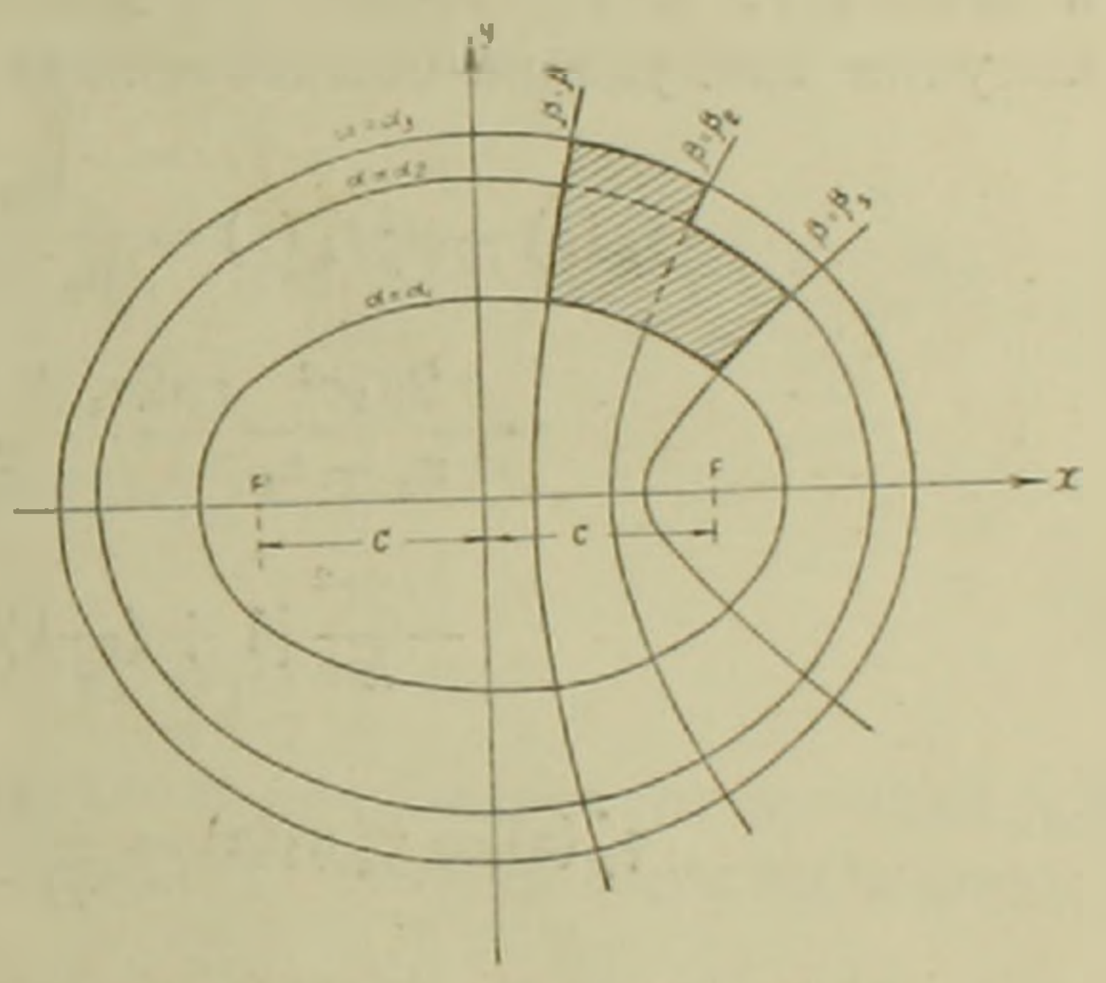
Б. Л. Абрамян

Кручение призматических стержней с поперечным сечением в виде криволинейного уголка

(Представлено чл.-корресп. АН Армянской ССР С. А. Амбарцумяном 8. III 1960)

В статье рассматривается кручение призматического стержня с поперечным сечением в виде криволинейного уголка (фиг. 1), образованного координатными линиями в эллиптических координатах. Аналогичная задача для прямолинейного уголка решена в работе [3].

Эллиптические координаты использованы в работе А. Соколова [1], который еще до Гринхилля [2] решил задачу о кручении стержня с сечением, образованным двумя конфокальными эллипсами.



Фиг. 1.

В эллиптических координатах α, β, связанных с декартовыми прямоугольными координатами x и y соотношениями

$$x = c\,\mathrm{ch}\alpha \sin\beta$$
$$y = c\,\mathrm{sh}\alpha \cos\beta, \qquad (1)$$

где $2c$—межфокусное расстояние, функция напряжений при кручении $U(\alpha, \beta)$ в области поперечного сечения стержня удовлетворяет уравнению

$$\frac{\partial^2 U}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial \beta^2} = -c^2(\mathrm{ch}2\alpha + \cos 2\beta), \qquad (2)$$

а на контуре области сечения обращается в нуль.

Решение задачи ищем в виде [5]

$$U(\alpha, \beta) = \begin{cases} U_1(\alpha, \beta) & \alpha \leqslant \alpha_2 \\ U_2(\alpha, \beta) & \beta \leqslant \beta_2. \end{cases} \qquad (3)$$

Функции U_1 и U_2 удовлетворяют уравнению (2) и следующим контурным условиям и условиям сопряжения*

* На возможность решения задачи в такой постановке указал мне академик АН АрмССР М. М. Джрбашян.

$$U_1(\alpha, \beta_3) = U_1(\alpha_1, \beta) = U_1(\alpha, \beta_1) = 0 \tag{4}$$

$$U_1(\alpha_2, \beta) = \begin{cases} 0 & \beta \geqslant \beta_2 \\ U_2(\alpha_2, \beta) & \beta \leqslant \beta_2 \end{cases} \tag{5}$$

$$U_2(\alpha_1, \beta) = U_2(\alpha, \beta_1) = U_2(\alpha_3, \beta) = 0 \tag{6}$$

$$U_2(\alpha, \beta_2) = \begin{cases} 0 & \alpha \geqslant \alpha_2 \\ U_1(\alpha, \beta_2) & \alpha \leqslant \alpha_2 \end{cases} \tag{7}$$

Представляя функции U_1 и U_2 в виде

$$U_1(\alpha, \beta) = \sum_{k=1}^{\infty} f_k(\beta) \sin\mu_k(\alpha - \alpha_1) \qquad \mu_k = \frac{k\pi}{\alpha_2 - \alpha_1} \tag{8}$$

$$U_2(\alpha, \beta) = \sum_{k=1}^{\infty} \varphi_k(\alpha) \sin\gamma_k(\beta - \beta_1) \qquad \gamma_k = \frac{k\pi}{\beta_2 - \beta_1} \tag{9}$$

и следуя Г. А. Гринбергу ([4]), для определения функций $f_k(\beta)$ и $\varphi_k(\alpha)$ получим следующие обыкновенные дифференциальные уравнения

$$f_k''(\beta) - \mu_k^2 f_k(\beta) = \frac{2\mu_k}{\alpha_2 - \alpha_1}(-1)^k U_1(\alpha_2, \beta) -$$

$$- \frac{2\mu_k c^2}{\alpha_2 - \alpha_1} \frac{\operatorname{ch}2\alpha_1 + (-1)^{k+1} \operatorname{ch}2\alpha_2}{4 + \mu_k^2} -$$

$$- \frac{2c^2}{k\pi}[1 + (-1)^{k+1}] \cos 2\beta, \tag{10}$$

$$\varphi_k''(\alpha) - \gamma_k^2 \varphi_k(\alpha) = \frac{2\gamma_k}{\beta_2 - \beta_1}(-1)^k U_2(\alpha, \beta_2) +$$

$$+ \frac{2\gamma_k c^2}{\beta_2 - \beta_1} \frac{\cos 2\beta_1 + (-1)^{k+1} \cos 2\beta_2}{4 - \gamma_k^2} - \frac{2c^2}{k\pi}[1 + (-1)^{k+1}] \operatorname{ch}2\alpha. \tag{11}$$

Решения этих уравнений имеют вид

$$f_k(\beta) = \begin{cases} f_k^{(1)}(\beta) & \beta \geqslant \beta_2 \\ f_k^{(2)}(\beta) & \beta \leqslant \beta_2 \end{cases} \tag{12}$$

$$\varphi_k(\alpha) = \begin{cases} \varphi_k^{(1)}(\alpha) & \alpha \geqslant \alpha_3 \\ \varphi_k^{(2)}(\alpha) & \alpha \leqslant \alpha_2 \end{cases}, \tag{13}$$

где

$$f_k^{(1)}(\beta) = A_k^{(1)} \operatorname{sh}\mu_k \beta + B_k^{(1)} \operatorname{ch}\mu_k \beta +$$

$$+ \frac{2c^2}{k\pi(4 + \mu_k^2)} \{[\operatorname{ch}2\alpha_1 + (-1)^{k+1} \operatorname{ch}2\alpha_2] + [1 + (-1)^{k+1}] \cos 2\beta\}, \tag{14}$$

$$f_k^{(2)}(\beta) = A_k^{(2)}\operatorname{sh}\mu_k\beta + B_k^{(2)}\operatorname{ch}\mu_k\beta + \frac{2c^2}{k\pi(4+\mu_k^2)}\{[\operatorname{ch}2\alpha_1 +$$

$$+ (-1)^{k+1}\operatorname{ch}2\alpha_2] + [1 + (-1)^{k+1}]\cos 2\beta| +$$

$$+ \frac{2\mu_k}{\alpha_2-\alpha_1}(-1)^{k+1}\sum_{p=1}^{\infty}\frac{\varphi_p(\alpha_2)\sin\gamma_p(\beta-\beta_1)}{\gamma_p^2+\mu_k^2}, \qquad (15)$$

$$\varphi_k^{(1)}(\alpha) = C_k^{(1)}\operatorname{sh}\gamma_k\alpha + D_k^{(1)}\operatorname{ch}\gamma_k\alpha - \frac{2c^2}{k\pi}\frac{\cos 2\beta_1 + (-1)^{k+1}\cos 2\beta_2}{4-\gamma_k^2} -$$

$$- \frac{2c^2[1+(-1)^{k+1}]}{k\pi\gamma_k(4-\gamma_k^2)}[\gamma_k\operatorname{ch}2\alpha - 2\operatorname{sh}2\alpha_2\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha-\alpha_2) -$$

$$- \gamma_k\operatorname{ch}2\alpha_2\operatorname{ch}\gamma_k(\alpha-\alpha_2)| \qquad (16)$$

$$\varphi_k^{(2)}(\alpha) = C_k^{(2)}\operatorname{sh}\gamma_k\alpha + D_k^{(2)}\operatorname{ch}\gamma_k\alpha - \frac{2c^2}{k\pi}\frac{\cos 2\beta_1 + (-1)^{k+1}\cos 2\beta_2}{4-\gamma_k^2} -$$

$$- \frac{2c^2[1+(-1)^{k+1}]}{k\pi\gamma_k(4-\gamma_k^2)}[\gamma_k\operatorname{ch}2\alpha - 2\operatorname{sh}2\alpha_1\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha-\alpha_1) -$$

$$- \gamma_k\operatorname{ch}2\alpha_1\operatorname{ch}\gamma_k(\alpha-\alpha_1)] + \frac{2\gamma_k}{\beta_2-\beta_1}(-1)^{k+1}\sum_{p=1}^{\infty}\frac{f_p(\beta_2)\sin\mu_p(\alpha-\alpha_1)}{\mu_p^2+\gamma_k^2}. \qquad (17)$$

Кроме условий

$$f_k^{(1)}(\beta_3) = f_k^{(2)}(\beta_1) = 0 \qquad (18)$$

$$\varphi_k^{(1)}(\alpha_3) = \varphi_k^{(2)}(\alpha_1) = 0,$$

вытекающих из (4) и (6), для обеспечения непрерывности функций $f_k(\beta)$ и $\varphi_k(\alpha)$ в соответствующих интервалах должны быть выполнены и следующие условия:

$$f_k^{(1)}(\beta_2) = f_k^{(2)}(\beta_2), \quad \varphi_k^{(1)}(\alpha_2) = \varphi_k^{(2)}(\alpha_2) \qquad (19)$$

$$f_k^{(1)'}(\beta_2) = f_k^{(2)'}(\beta_2), \quad \varphi_k^{(1)'}(\alpha_2) = \varphi_k^{(2)'}(\alpha_2). \qquad (20)$$

Удовлетворив условиям (18) и (19) и исключая в выражениях (16) и (17) коэффициенты $A_k^{(i)}$, $B_k^{(2)}$, $C_k^{(i)}$ и $D_k^{(2)}$, для функций $f_k^{(i)}(\beta)$ и $\varphi_k^{(i)}(\alpha)$ получим следующие выражения:

$$f_k^{(1)}(\beta) = B_k^{(1)}\frac{\operatorname{sh}\mu_k(\beta_3-\beta)}{\operatorname{sh}\mu_k\beta_3} + \frac{2c^2}{k\pi}\frac{\operatorname{ch}2\alpha_1 + (-1)^{k+1}\operatorname{ch}2\alpha_2}{4+\mu_k^2}\left(1 -\right.$$

$$\left. - \frac{\operatorname{sh}\mu_k\beta}{\operatorname{sh}\mu_k\beta_3}\right) + \frac{2c^2}{k\pi}|1+(-1)^{k+1}|\frac{\cos 2\beta - \cos 2\beta_3\operatorname{sh}\mu_k\beta\operatorname{csch}\mu_k\beta_3}{4+\mu_k^2}. \qquad (21)$$

$$f_k^{(2)}(\beta) = B_k^{(1)}\frac{\operatorname{sh}\mu_k(\beta_3-\beta_2)\operatorname{sh}\mu_k(\beta-\beta_1)}{\operatorname{sh}\mu_k\beta_3\operatorname{sh}\mu_k(\beta_2-\beta_1)} + \frac{2c^2}{k\pi}\frac{\operatorname{ch}2\alpha_1 + (-1)^{k+1}\operatorname{ch}2\alpha_2}{4+\mu_k^2}\left[1 -\right.$$

$$- \frac{\operatorname{sh}\mu_k(\beta_2-\beta)}{\operatorname{sh}\mu_k(\beta_2-\beta_1)} - \frac{\operatorname{sh}\mu_k\beta_2\operatorname{sh}\mu_k(\beta-\beta_1)}{\operatorname{sh}\mu_k(\beta_2-\beta_1)\operatorname{sh}\mu_k\beta_3}\Bigg] +$$

$$+\frac{2c^2}{k\pi}[1+(-1)^{k+1}]\ \frac{1}{4+\mu_k^2}\Bigg[\cos 2\beta - \cos 2\beta_1\frac{\operatorname{sh}\mu_k(\beta_2-\beta)}{\operatorname{sh}\mu_k(\beta_2-\beta_1)} -$$

$$-\cos 2\beta_3\frac{\operatorname{sh}\mu_k\beta_2\operatorname{sh}\mu_k(\beta-\beta_1)}{\operatorname{sh}\mu_k(\beta_2-\beta_1)\operatorname{sh}\mu_k\beta_3}\Bigg] +$$

$$+\frac{2\mu_k}{\alpha_2-\alpha_1}(-1)^{k+1}\sum_{p=1}^{\infty}\frac{\varphi_p(\alpha_2)\sin\gamma_p(\beta-\beta_1)}{\gamma_p^2+\mu_k^2}. \qquad (22)$$

$$\varphi_k^{(1)}(\alpha) = D_k^{(1)}\frac{\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha_3-\alpha)}{\operatorname{sh}\gamma_k\alpha_3} - \frac{2c^2[\cos 2\beta_1+(-1)^{k+1}\cos 2\beta_2]}{k\pi(4-\gamma_k^2)}\left(1-\right.$$

$$\left.-\frac{\operatorname{sh}\gamma_k\alpha}{\operatorname{sh}\gamma_k\alpha_3}\right) - \frac{2c^2[1+(-1)^{k+1}]}{k\pi\gamma_k(4-\gamma_k^2)}\left[\gamma_k(\operatorname{ch}2\alpha - \operatorname{ch}2\alpha_3\frac{\operatorname{sh}\gamma_k\alpha}{\operatorname{sh}\gamma_k\alpha_3}\right) +$$

$$+\frac{\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha_3-\alpha)}{\operatorname{sh}\gamma_k\alpha_3}(2\operatorname{sh}2\alpha_2\operatorname{sh}\gamma_k\alpha_2 - \gamma_k\operatorname{ch}2\alpha_2\operatorname{ch}\gamma_k\alpha_2], \qquad (23)$$

$$\varphi_k^{(2)}(\alpha) = D_k^{(1)}\ \frac{\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha_3-\alpha_2)\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha-\alpha_1)}{\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha_2-\alpha_1)\operatorname{sh}\gamma_k\alpha_3} -$$

$$-\frac{2c^2[\cos 2\beta_1+(-1)^{k+1}\cos 2\beta_2]}{k\pi(4-\gamma_k^2)}\Bigg[1-\frac{\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha_2-\alpha)}{\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha_2-\alpha_1)} -$$

$$-\frac{\operatorname{sh}\gamma_k\alpha_2\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha-\alpha_1)}{\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha_2-\alpha_1)\operatorname{sh}\gamma_k\alpha_3}\Bigg] - \frac{2c^2[1+(-1)^{k+1}]}{k\pi\gamma_k(4-\gamma_k^2)}\Bigg\{\gamma_k[\operatorname{ch}2\alpha -$$

$$-\operatorname{ch}2\alpha_3\frac{\operatorname{sh}\gamma_k\alpha_2\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha-\alpha_1)}{\operatorname{sh}\gamma_k\alpha_3\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha_2-\alpha_1)} - \operatorname{ch}2\alpha_1\frac{\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha_2-\alpha)}{\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha_2-\alpha_1)}\Bigg] +$$

$$+\frac{\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha-\alpha_1)\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha_3-\alpha_2)}{\operatorname{sh}\gamma_k\alpha_3\operatorname{sh}\gamma_k(\alpha_2-\alpha_1)}[2\operatorname{sh}2\alpha_2\operatorname{sh}\gamma_k\alpha_2 - \gamma_k\operatorname{ch}2\alpha_2\operatorname{ch}\gamma_k\alpha_2]\Bigg\} +$$

$$+\frac{2\gamma_k}{\beta_2-\beta_1}(-1)^{k+1}\sum_{p=1}^{\infty}\frac{f_p(\beta_2)\sin\mu_p(\alpha-\alpha_1)}{\mu_p^2+\gamma_k^2}. \qquad (24)$$

Удовлетворив теперь условиям (20) и переходя от неизвестных $B_k^{(1)}$ и $D_k^{(1)}$ к X_k и Y_k, где

$$\left.\begin{aligned} X_k &= k(-1)^{k+1}f_k^{(1)}(\beta_2)\\ Y_k &= k(-1)^{k+1}\varphi_k^{(1)}(\alpha_2)\end{aligned}\right\}, \qquad (25)$$

для определения последних получим следующие бесконечные системы линейных уравнений:

$$\left.\begin{aligned} X_k &= \sum_{p=1}^{\infty} a_{kp} Y_p + P_k \\ Y_k &= \sum_{p=1}^{\infty} b_{kp} X_p + Q_k \end{aligned}\right\} \tag{26}$$

где введены следующие обозначения:

$$\left.\begin{aligned} a_{kp} &= \frac{2\mu_k \operatorname{sh} \mu_k (\beta_2 - \beta_1) \operatorname{sh} \mu_k (\beta_3 - \beta_2)}{(\beta_2 - \beta_1) \operatorname{sh} \mu_k (\beta_3 - \beta_1) \cdot (\gamma_p^2 + \mu_k^2)} \\ b_{kp} &= \frac{2\gamma_k \operatorname{sh} \gamma_k (\alpha_2 - \alpha_1) \operatorname{sh} \gamma_k (\alpha_3 - \alpha_2)}{(\alpha_2 - \alpha_1) \operatorname{sh} \gamma_k (\alpha_3 - \alpha_1) \cdot (\mu_p^2 + \gamma_k^2)} \end{aligned}\right\} \tag{27}$$

$$P_k = \frac{2c^2 [\operatorname{ch} 2\alpha_2 + (-1)^{k+1} \operatorname{ch} 2\alpha_1]}{\pi (4 + \mu_k^2)} \left[1 - \frac{\operatorname{sh} \mu_k (\beta_2 - \beta_1)}{\operatorname{sh} \mu_k (\beta_3 - \beta_1)} - \right.$$

$$\left. - \frac{\operatorname{sh} \mu_k (\beta_3 - \beta_2)}{\operatorname{sh} \mu_k (\beta_3 - \beta_1)} \right] + \frac{2c^2 [1 + (-1)^{k+1}]}{\pi (4 + \mu_k^2)} \left[\cos 2\beta_2 - \right.$$

$$\left. - \cos 2\beta_3 \frac{\operatorname{sh} \mu_k (\beta_2 - \beta_1)}{\operatorname{sh} \mu_k (\beta_3 - \beta_1)} - \cos 2\beta_1 \frac{\operatorname{sh} \mu_k (\beta_3 - \beta_2)}{\operatorname{sh} \mu_k (\beta_3 - \beta_1)} \right], \tag{28}$$

$$Q_k = - \frac{2c^2 [\cos 2\beta_2 + (-1)^{k+1} \cos 2\beta_1]}{\pi (4 - \gamma_k^2)} \left[1 - \frac{\operatorname{sh} \gamma_k (\alpha_2 - \alpha_1)}{\operatorname{sh} \gamma_k (\alpha_3 - \alpha_1)} - \right.$$

$$\left. - \frac{\operatorname{sh} \gamma_k (\alpha_3 - \alpha_2)}{\operatorname{sh} \gamma_k (\alpha_3 - \alpha_1)} \right] - \frac{2c^2 [1 + (-1)^{k+1}]}{\pi (4 - \gamma_k^2)} \left[\operatorname{ch} 2\alpha_2 - \right.$$

$$\left. - \operatorname{ch} 2\alpha_3 \frac{\operatorname{sh} \gamma_k (\alpha_2 - \alpha_1)}{\operatorname{sh} \gamma_k (\alpha_3 - \alpha_1)} - \operatorname{ch} 2\alpha_1 \frac{\operatorname{sh} \gamma_k (\alpha_3 - \alpha_2)}{\operatorname{sh} \gamma_k (\alpha_3 - \alpha_1)} \right]; \tag{29}$$

Системы (26) вполне регулярны, так как из (27) имеем

$$\sum_{p=1}^{\infty} |a_{kp}| \leqslant \frac{1}{2} \text{ и } \sum_{p=1}^{\infty} |b_{kp}| \leqslant \frac{1}{2}. \tag{30}$$

При этом использованы значение суммы

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^2 + a^2} = \frac{\pi}{2a} \left(\operatorname{cth} a\pi - \frac{1}{a\pi} \right) \tag{31}$$

и неравенство

$$\frac{\operatorname{sh} (z_2 - z_1) \operatorname{sh} (z_3 - z_2)}{\operatorname{sh} (z_3 - z_1)} \leqslant \frac{1}{2} \qquad z_3 > z_2 > z_1. \tag{32}$$

Легко видеть,, что свободные члены систем (26) ограничены сверху и стремятся к нулю при $k \to \infty$.

Соотношениями (21)—(24), (8) и (9) функция напряжений $U(\alpha, \beta)$ в области поперечного сечения стержня определяется полностью.

Пользуясь этими выражениями, жесткость при кручении и касательные напряжения определяются по формулам

$$C = G c^2 \int_{\Omega}\int U(\alpha, \beta)(\operatorname{ch} 2\alpha + \cos 2\beta)\, d\alpha\, d\beta \tag{33}$$

$$\left.\begin{aligned} \tau_{\alpha z} &= -G\tau g \frac{\partial U}{\partial \beta} \\ \tau_{\beta z} &= -G\tau g \frac{\partial U}{\partial \alpha} \end{aligned}\right\} \quad g = \frac{1}{c}\sqrt{\frac{2}{\operatorname{ch} 2\alpha + \cos 2\beta}} \tag{34}$$

где G—модуль сдвига, τ—угол закручивания на единицу длины стержня, а Ω—область поперечного сечения стержня.

Аналогичным способом можно получить решения для задач о кручении и изгибе призматических стержней с поперечными сечениями в виде эллипсов с выточками, с разрезами и полостями.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Բ· Լ· ՍԲՐՍԶԱՄՅԱՆ

Կորագիծ անկյունագիծի տեսով լայնական կտրվածք ունեցող պրիզմատիկ ձողերի ոլորումը

Հոդվածում դիտարկվում էլիպտական կոորդինատային գծերով կազմված կորագիծ անկյունագիծի տեսքի լայնական կտրվածքով պրիզմատիկ ձողերի ոլորումը։

Խնդրի լուծումը բերված է գծային հավասարումների անվերջ սիստեմների լուծմանը։ Յույց է տրված, որ այդ սիստեմները լիովին ռեգուլյար են և ունեն վերից սահմանափակված ազատ անդամներ, որոնք զրոյի են ձգտում երբ $k \to \infty$։

Հոդվածում շարադրված ձևով կարելի է ուսումնասիրել նաև երկայնական ակոսներ, կտրվածքներ և փորվածքներ ունեցող էլիպսի ձևի լայնական կտրվածքներով պրիզմատիկ ձողերի ոլորման և ծռման խնդիրների լուծումները։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. П. Соколов*, Математический сборник, т. IX, вып. II, отд. I, 1878, 288—339. [2] *А. Гринхалл*, Fluid motion between confocal elliptic and confocal ellipsoids. Quart. Journ. of Math., vol. 16, 1879, 227— 256. [3] *Н. Х. Арутюнян*, ПММ, т. XIII, вып. 1 (1949), 107—112. [4] *Г. А Гринберг*, Избранные вопросы математической теории электрических и магнитных явлений. Изд. АН СССР, 1948. [5] *Л. В. Канторович, В. И. Крылов*, Приближенные методы высшего анализа. М., 1949, стр. 662.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXXI 1960 1

ФИЗИКА.

Т. Л. Асатиани, В М. Крищян и Р. О. Шархатунян

Поляризация μ^+-мезонов космического излучения

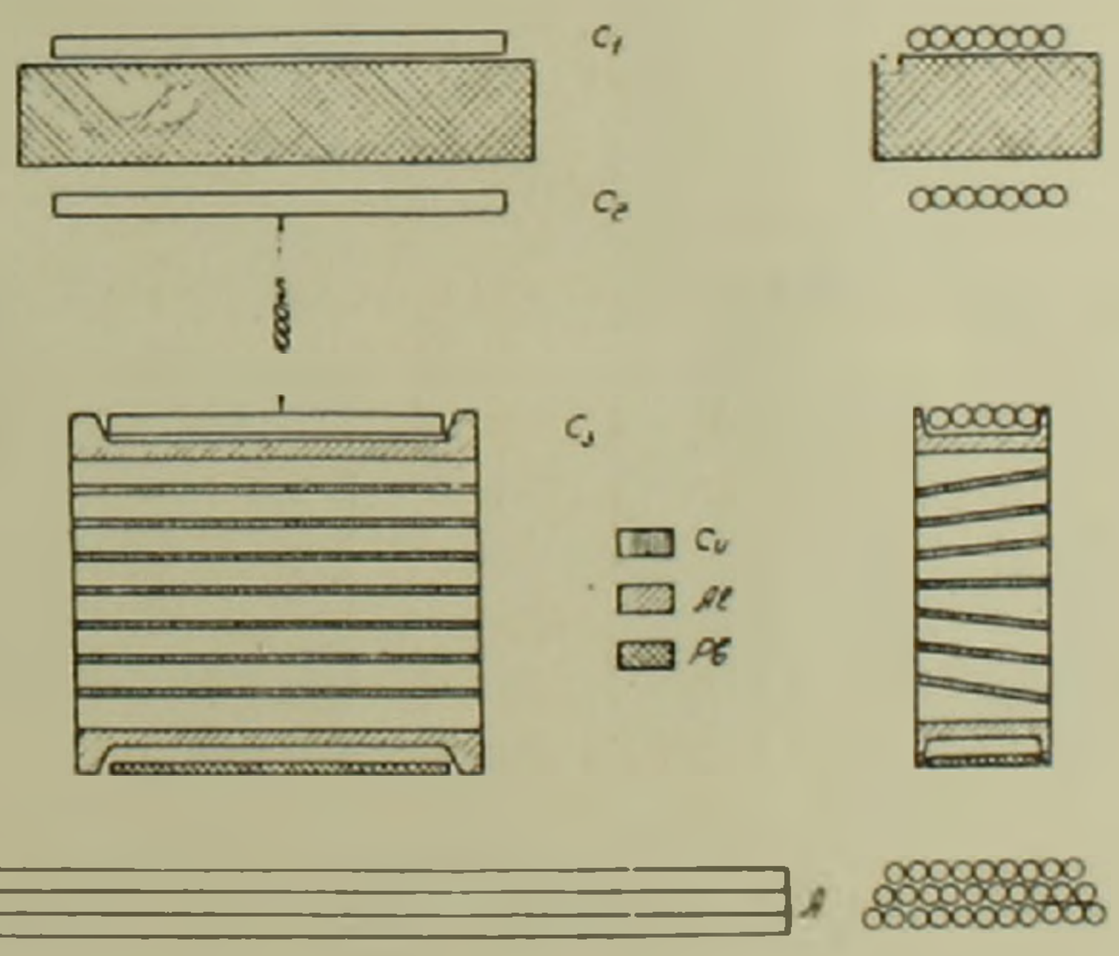
(Представлено академиком АН Армянской ССР А. И. Алиханяном 26. I 1960)

Теоретический расчет, проведенный в работах [1, 2], и наиболее точный расчет в работе [3] показали, что μ-мезоны космических лучей частично поляризованы. В работах [2, 4] экспериментально определялась степень поляризации μ-мезонов космических лучей и в согласии с теоретическим расчетом оказалась порядка $25^0/_0$.

В настоящей работе определялась поляризация μ^+-мезонов, останавливающихся в латунном поглотителе.

Измерялась угловая асимметрия электронов распада, испущенных при остановке μ-мезонов в пластинах камеры Вильсона*.

Работа проводилась на высоте 960 *м* над уровнем моря. Схема установки дана на фиг. 1.



Фиг. 1.

Ряды счетчиков Гейгера-Мюллера C_1, C_2, C_3 включались на совпадения, ряд „A"—на антисовпадения.

* В работе использовалась прямоугольная камера, сконструированная Кириловым-Угрюмовым.

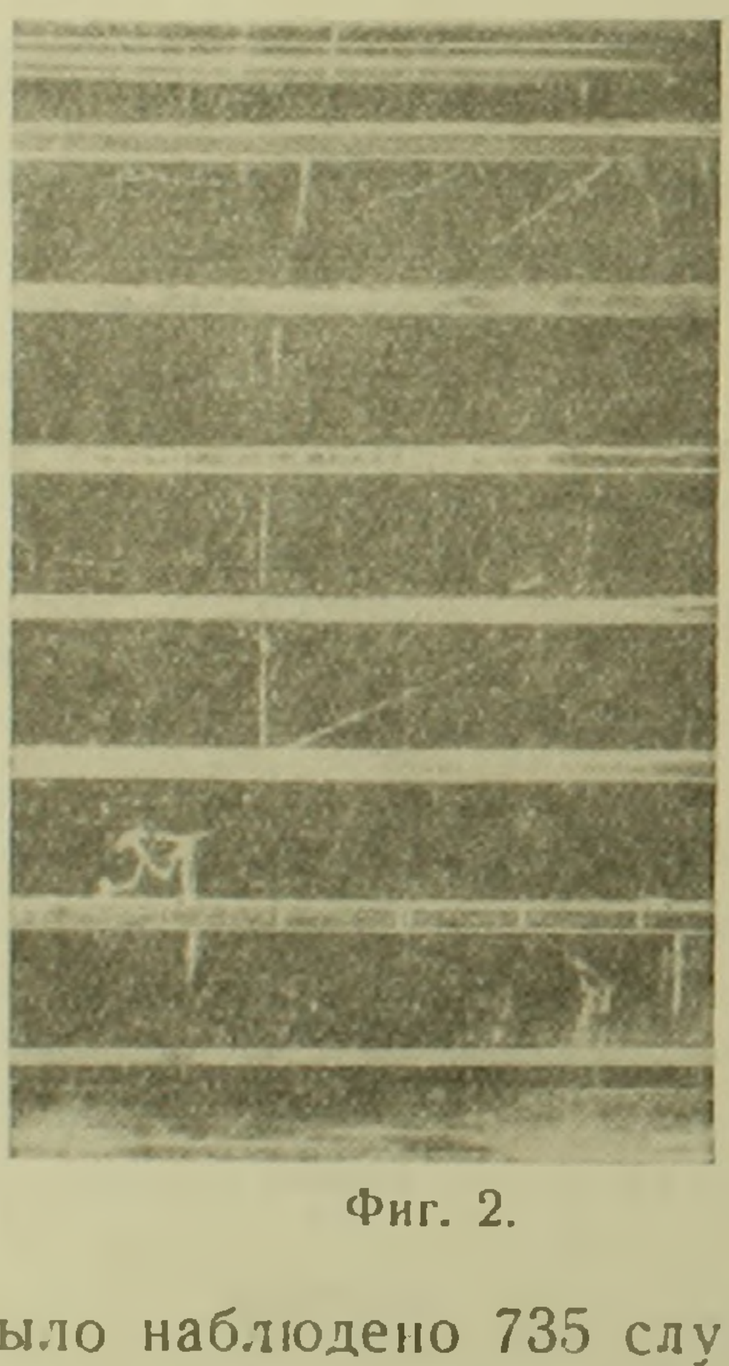
Камера срабатывала от остановок μ-мезонов, выделяемых антисовпадениями C_1, C_2, $C_3 - A$.

В камере располагались 7 латунных пластин, толщиной 4 *мм* каждая.

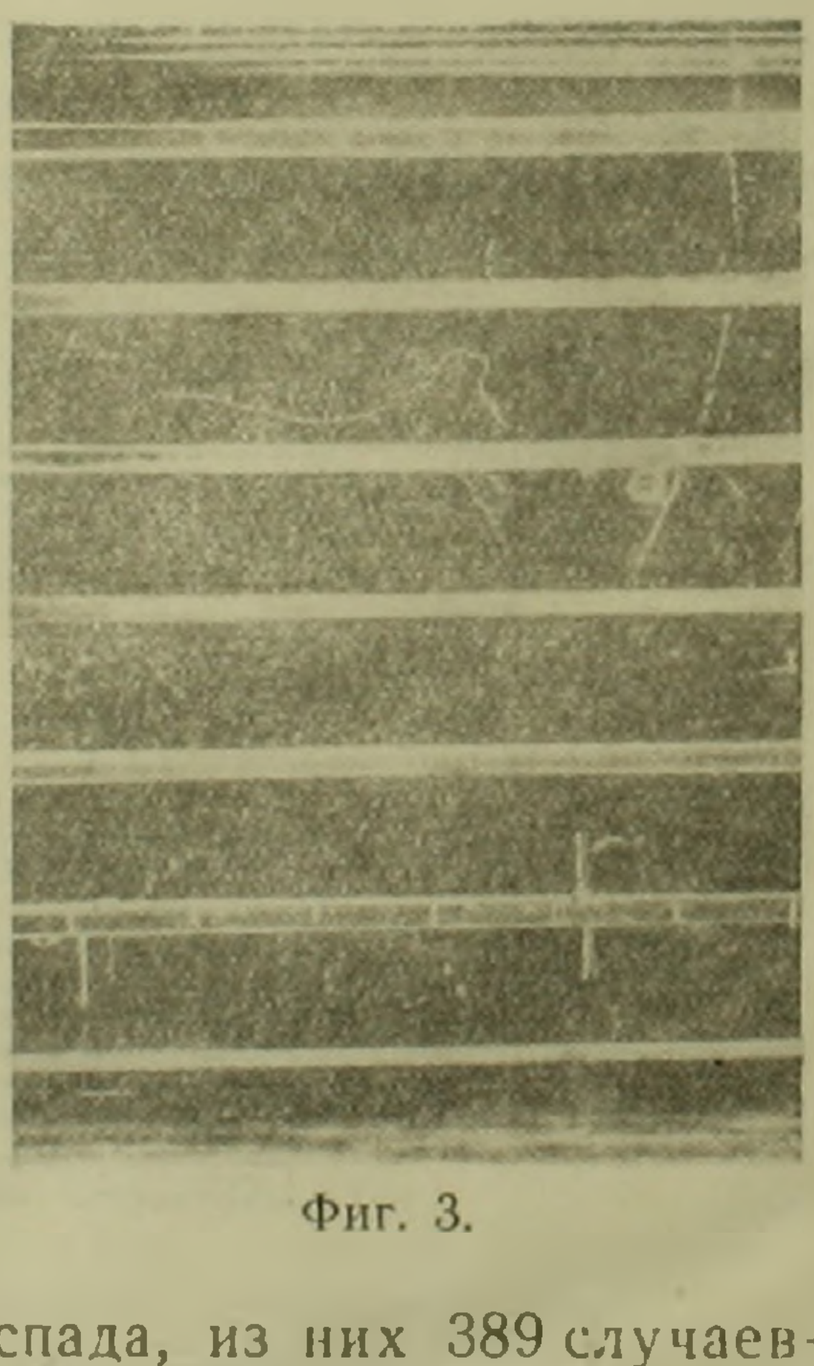
Входной импульс μ-мезонов определялся легким строительным веществом 40 *г/см*^{2} над установкой и свинцовым фильтром—102 *г/см*^{2} между рядами C_1 и C_2.

Таким образом, импульс μ-мезонов при входе в камеру оказался $\sim$0,37 Бэв/с. Из полученных фотографий отбирались распады, происходящие при остановках μ-мезонов в пластинах 2—6: дно камеры и свинцовый фильтр, помещенный непосредственно под камерой и над антисовпадательным рядом устранял опасность попадения электронов распада в антисовпадательный ряд.

Необходимым условием при идентифицировании случаев распада являлось—ионизационная остановка μ^+-мезона с последующим распадом на позитрон, с необходимым градиентом по ионизации между остановившимся μ^+-мезоном и позитроном. Все случаи обрабатывались на стереокомпараторе. Проверялось сшивание треков μ^+-мезона и позитрона и определялась глубина места распада в пластине. Типичные случаи распада в верхнюю и нижнюю полусферу приведены на фиг. 2 и 3.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Было наблюдено 735 случаев распада, из них 389 случаев—с вылетом позитрона вверх и 346 случаев—с вылетом вниз.

Таким образом, отношение числа позитронов, вылетевших вверх к числу позитронов, вылетевших вниз, $\frac{N_{\text{вверх}}}{N_{\text{вниз}}} = 1{,}12 \pm 0{,}06$ (ошибка вероятная).

Замена углов позитронов распада по отношению к вертикали на углы по отношению к направлению μ-мезона при входе в камеру не

меняет полученное отношение (что естественно при столь малом телесном угле: 34° в одной проекции и 12° в другой). Это отношение соответствует степени поляризации μ-мезонов

$$\eta = 0{,}27 \pm 0{,}11^*,$$

что согласуется со значением η полученным в предыдущих работах.

Авторы выражают благодарность А. И. Алиханяну и И. И. Гольдману за интерес к работе и обсуждения, К. Я. Краснолобу, С. Г. Атанесяну за участие в измерениях.

Физический институт Академии наук
Армянской ССР

Թ. Լ. ԱՍԱԹԻԱՆԻ, Վ. Մ. ՔՐԻՇՉՅԱՆ և Ռ. Հ. ՇԱՀԽԱԹՈՒՆՅԱՆ

Կոսմիկական ճառագայթման μ^+-մեզոնների բևեռացումը

4 մմ հաստություն ունեցող արույրի թիթեղներով Վիլսոնի կամերայի օգնությամբ չափված է $\sim 0{,}37 \frac{Бэв}{C}$ իմպուլս ունեցող μ^+-մեզոնների այդ թիթեղներում տրոհումից առաջացած պոզիտրոնների անկյունային անհամաչափությունը և որոշված է μ-մեզոնների բևեռացումը:

Դիտված 735 տրոհման դեպքերից 389 դեպքերում պոզիտրոնն արձակվել է դեպի վերին կիսաոլորտը ($N_վ$), իսկ մնացած 346 դեպքերում՝ դեպի ներքին կիսաոլորտը ($N_ն$):

Այստեղից հարաբերությունը

$$N_վ / N_ն = 1{,}12 \pm 0{,}06,$$

որը համապատասխանում է μ-մեզոնների բևեռացման աստիճանին

$$\eta = 0{,}27 \pm 0{,}11:$$

Ստացված η-ի մեծությունը լավ համընկնում է նախորդ աշխատանքների արդյունքների հետ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *И. С. Хайакавa*, Phys. Rev. 108, 1533 (1957). [2] *Д. М. Фаулер, Х. Примакоф* и *Р. Д. Сард*, Nuovo Cimento Vol. 9 1027 (1958). [3] *И. И. Гольдман*, ЖЭТФ. 34, 1017; (1958). [4] *Д. В. Кларк, Д. Херниг*, Phys. Rev. 108, 1538, (1957). [5] *Б. А. Долгошеин, Б. И. Лучков*, ЖЭТФ, 36, 610 (1959).

---

* Величина η определялась по расчету, проделанному для работы ([5]), где использовалась камера Вильсона с пластинами той же толщины.

ՀԱՅԿ ՍՍՀ ԳԻՏ. ԱԿԱԴԵՄԻԱ ՖՈՒՆԴԱՄԵՆՏԱԼ ԳՐԱԴԱՐԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXXI 1960 1

АСТРОФИЗИКА

Р. А. Саакян

О деформации галактик при столкновениях

(Представлено академиком В. А. Амбарцумяном 21. X 1959)

Плотные скопления галактик типа скоплений Coma и Corona Borealis заключают в себе много галактик типа SO, которые не содержат темной материи, а также не имеют спиральных ветвей. Предполагается, что эти галактики по преимуществу состоят из звездного населения второго типа. Свойства таких галактик по Спитцеру и Бааде ([1]) объясняются тем, что галактики в плотных скоплениях часто сталкиваются, проходят друг через друга. Вследствие столкновения двух галактик, когда одна из них проходит через другую, они лишаются пылевой материи, которая при столкновении выбрасывается из галактик. После столкновения у них уже не могут образоваться спиральные ветви, так как по мнению Спитцера и Бааде звезды спиральных ветвей образуются из диффузной материи. Однако возникает вопрос, если галактики типа SO пережили столкновение, то почему в строении этих галактик не наблюдается последствий столкновения? Указанные авторы пытаются объяснить это тем, что при прохождении галактик друг через друга в распределении и кинематике звезд почти не происходит изменений. Системы звезд почти не деформируются.

При далеком прохождении двух галактик приращение скорости звезды относительно центра своей галактики можно выразить через:

$$\Delta v_r = \frac{2GM}{v}\left|\frac{\vec{r}_0}{r_0^2} - \frac{\vec{r}_1}{r_1^2}\right|, \qquad (1)$$

где M — масса проходящей галактики, G — гравитационная постоянная, v — относительная скорость галактик, r_0 — наименьшее расстояние звезды m от центра проходящей галактики и r_1 — взаимное расстояние центров двух галактик в момент наибольшего сближения.

Однако надо отметить, что при выводе формулы (1) перемещением звезды m по отношению к центру своей галактики за время взаимодействия пренебрегают, а импульс, полученный звездой m от проходящей галактики за время сближения, считают направленным по r_0. Это можно признать хорошим приближением при далеком прохождении двух га-

лактик, при близком же прохождении и особенно при столкновении (прохождении насквозь) галактики с гигантской галактикой эти допущения не верны, так как в этих случаях расстояние звезды m от центра своей галактики за время сближения так сильно изменяется, что этим изменением нельзя пренебрегать, а импульс, полученный звездой от проходящей галактики за время прохождения, не направлен по r_0.

Спитцер и Бааде, принимая формулу (1), преобразуют первый член правой части следующим образом:

$$\Delta v = \frac{2GM}{v r_0} = \frac{2 v_c^2(r_0)}{v}, \qquad (2)$$

где $v_c(r_0)$ — скорость кругового движения звезды в галактике на расстоянии r_0 от центра, принимая, что масса галактики сосредоточена в центре галактики.

Основываясь на данных наблюдений, они считают, что для всех расстояний от центра галактики в галактиках-карликах можно принимать $v_c = 100 \frac{км}{сек}$, а в галактиках-гигантах $v_c = 300 \frac{км}{сек}$. Для средних галактик они брали $v_c = 200 \frac{км}{сек}$. Пользуясь формулой (2) и принимая $v = 2400 \frac{км}{сек}$, они получили

$$\Delta v = \frac{2 v_c^2}{v} = 33{,}3 \frac{км}{сек}.$$

Затем принимая, что центры галактик при наибольшем сближении находятся на расстоянии $r_1 = 2a_1$, а звезда m на расстоянии a_1 от центра своей галактики, для приращения скорости относительно центра они получают:

а) когда звезда находится между центрами галактик:

$$\Delta v_r = \frac{2GM}{a_1} - \frac{2GM}{2a_1} = 17 \frac{км}{сек}; \qquad (3)$$

б) когда звезда не находится между центрами галактик, но находится на продолжении линии, соединяющей центры:

$$\Delta v_r = \frac{2GM}{2\,a_1} - \frac{2GM}{3\,a_1} = 6 \frac{км}{сек}. \qquad (4)$$

Исходя из этих результатов они считают, что большая часть звезд должна получать приращения скорости порядка $8 \frac{км}{сек}$. Спитцер и Бааде признают, что вычисления, сделанные ими, грубы, однако они считают, что полученные значения скорее преувеличены. Во-первых, масса проходящей галактики считалась сосредоточенной в ее центре, во-

вторых, вычисленные приращения скорости получены только для случаев, когда направление относительной скорости галактик перпендикулярно к плоскости орбиты. В случаях, когда v не перпендикулярно плоскости орбиты, Δv_r будет меньше. Учитывая эти обстоятельства, они считают, что Δv_r будет порядка примерно $3\frac{км}{сек}$.

Таким образом, они пришли к выводу, что приращения скорости звезды относительно центра галактики на противоположных сторонах галактики суть малые величины по сравнению с самими скоростями звезд в галактике*. Отсюда следует, что столкновение галактик мало влияет на распределение звезд в галактиках.

Однако заметим, что при определении Δv_r они принимали, что расстояние звезд до центра своей галактики $r_{(0)} = r_0$, но если взять $r_{(0)} > r_0$, то очевидно: $\Delta v_r > 17\frac{км}{сек}$ и в случае столкновения любой галактики с галактикой средних размеров, $17\frac{км}{сек}$ не будет верхним пределом Δv_r. Затем из вычислений, сделанных Спитцером и Бааде, невозможно понять, для каких расстояний r_0, r_1 и при какой массе проходящей галактики вычислены Δv_r и Δv. Так, например, можно показать, что при $M = 0{,}7 \cdot 10^{11}$ солнечных масс ([1]) вычисления, выполненные Спитцером и Бааде, сделаны не для такого расстояния, при котором галактики сталкиваются, а, наоборот, соответствуют расстоянию между центрами, при котором они все еще находятся на значительном расстоянии друг от друга. В самом деле, принимая $M = 0{,}7 \cdot 10^{11}$ солнечных масс, $v = 2400\ \frac{км}{сек}$, $\Delta v = 33\ \frac{км}{сек}$, из (2) находим: $r_0 \cong 8000$ парсек. Таким образом, считая, что радиус средней эллиптической галактики не больше 5000 пс, получаем, что звезда первой галактики, при сближении со второй галактикой, находилась вне границ последней ($8120 > 5000$).

Из определения Δv следует, что указанные авторы пользуются законами Кеплера, однако наблюдения показывают, что в центральных частях галактик, особенно эллиптических, движение звезд вокруг центра галактик совершается по закону вращения твердого тела и только во внешних частях движение совершается по законам Кеплера ([2]).

Теоретически эти законы можно вывести следующим образом.

---

* Заметим, что даже приращение скорости звезды $\Delta v_r = 17\frac{км}{сек}$ не настолько малая величина, чтобы она мало влияла на распределение звезд в галактиках. Подробное обсуждение показывает, что такие величины приращения скорости сильно влияют на распределение звезд в галактиках. На этом мы здесь не будем останавливаться. Это является предметом другой работы.

По ([3]) в случае, когда галактика имеет ось и плоскость симметрии и кроме равномерного распределения массы в галактике имеется и центральное сгущение массы, движение во внутренних частях галактики в плоскости симметрии определяется уравнением:

$$\frac{d^2r}{dt^2} = \frac{h^2}{r^3} - \frac{3GMk_1}{2a^3e^2}\left[\frac{1}{e}\arcsin e - \sqrt{1-e^2}\right] - \frac{kGM}{r^2}, \qquad (5)$$

где h — постоянная площадей, M — масса галактики, a — большая полуось, e — эксцентриситет галактики, $k + k_1 = 1$.

В случае круговой орбиты имеем:

$$v = \frac{h}{r}\,,\ \frac{d^2r}{dt^2} = 0. \qquad (6)$$

Подставив значение h из (5) в (6) находим:

$$v^2 = \frac{3Gk_1M}{2\,a^3e^2}\left[\frac{1}{e}\arcsin e - \sqrt{1-e^2}\right] r^2 + \frac{kGM}{r}\,. \qquad (7)$$

Если звезда находится в центральных частях галактики, можно приближенно принять, что $k = 0$, $k_1 = 1$, тогда из (7):

$$v^2 = \frac{3GM}{2a^3l^2}\left[\frac{1}{e}\arcsin e - \sqrt{1-e^2}\right] r^2, \qquad (8)$$

а когда звезда находится во внешних частях галактики и эксцентриситет мал, можно приближенно принять: $k = 1$, $k_1 = 0$, тогда из (7) находим:

$$v^2 = \frac{GM}{r}\,. \qquad (9)$$

Таким образом получается, что для определения массы галактики через скорость звезды можно пользоваться формулой (8), когда звезда находится в центральных частях галактики; формулой (9), когда звезда находится во внешних частях галактики, а в промежуточных случаях надо пользоваться формулами подобными (7). Поэтому при определении Δv надо исходить из значения массы галактики, а не из значения скорости звезды в центральных частях галактики, так как для определения массы галактики через скорость этих звезд требуются дополнительные данные.

Определим приращение скорости звезды, когда одна галактика проходит через другую. Рассмотрим следующие случаи. Расстояние звезды от центра галактики равно 5000 пс. Звезда при сближении двух галактик находилась или между их центрами или на линии, соединяющей центры галактик. r_0 и r_1 даны в табл. 1, $M = 10^{11}$ солнечных масс, $v = 2400\ \frac{км}{сек}$.

Предположив, что масса проходящей галактики сосредоточена в ее центре, мы составили табл. 1. Однако в действительности масса

галактики распределена во всем ее объеме. Показано, что во всех галактиках при отдалении от центра галактики плотность массы уменьшается. Поэтому для определения приращения скорости звезды, когда галактики столкнутся, надо учесть это обстоятельство.

Таблица 1

r_0	r_1	Δv_r
500 *пс*	5500 *пс*	700 $\frac{км}{сек}$
6000	5500	57
1000	6000	300
7000	6000	9
2000	7000	129
9000	7000	11.3

Об импульсе, полученном звездой, когда две шарообразные галактики сталкиваются. Как известно, импульс, полученный звездой, выражается через:

$$\Delta p = \int_{-\infty}^{\infty} f(r)\, dt, \qquad (10)$$

где $f(r)$ — действующая на звезду сила, а dt — дифференциал времени.

Если звезда галактики 1 находится внутри галактики 2, то ускорение, получаемое этой звездой от стороны галактики 2, будет:

$$f(r) = \frac{GM(r)}{r^2}\,\frac{\vec{r}}{r}, \qquad (11)$$

где $M(r)$ — масса, заключенная внутри сферы с радиусом r вокруг центра второй галактики.

Из (10) и (11), для приращения скорости звезды, находим:

$$\Delta v = G\int_{-\infty}^{\infty} \frac{M(r)\,\vec{r}}{r^3}\, dt. \qquad (12)$$

Считая, что при сближении галактик расстояние звезды от центра своей галактики не изменяется, а галактика 2 относительно галактики 1 двигается прямолинейно, находим:

$$\Delta v = 2Gr_0 \int_0^{\infty} \frac{M(r)}{r^3}\, dt, \qquad (13)$$

где r_0 — самое короткое расстояние между центрами звезды и галактики 2.

Предполагая, что относительное движение галактик прямолинейное и равномерное, мы можем написать:

$$dt = \frac{dy}{v}, \qquad (14)$$

где v — относительная скорость галактик, y — линия, по которой галактика 2 двигается относительно галактики 1.

Очевидно в этом случае имеем:

$$r^2 = y^2 + r_0^2, \qquad (15)$$

откуда

$$ydy = rdr. \tag{16}$$

Подставив значение y из (15) в (16), оттуда значение dy в (14), а оттуда значение dr в (13), находим:

$$\Delta v = \frac{2Gr_0}{v}\int_{r_0}^{\infty}\frac{M(r)dr}{r^2\sqrt{r^2-r_0^2}}. \tag{17}$$

Интервал (r_0, ∞) разделим на две части: (r_0, a) и (a, ∞), где a — радиус галактики 2.

В интервале (a, ∞) для приращения скорости звезды имеем:

$$\Delta v_1 = \frac{2GMr_0}{v}\int_{a}^{\infty}\frac{dr}{r^2\sqrt{r^2-r_0^2}} = \frac{2GM}{vr_0}\left[1-\sqrt{1-\frac{r_0^2}{a^2}}\right]. \tag{18}$$

В интервале (r_0, a) для приращения скорости, находим:

$$\Delta v_2 = \frac{2Gr_0}{v}\int_{r_0}^{a}\frac{M(r)\,dr}{r^2\sqrt{r^2-r_0^2}} = \frac{2G}{vr_0}\int_{r_0}^{a}M(r)\,d\sqrt{1-\frac{r_0^2}{r^2}},$$

откуда после интегрирования получим:

$$\Delta v^2 = \frac{2G}{vr_0}\left[M\sqrt{1-\frac{r_0^2}{a^2}} - \int_{r_0}^{a}\sqrt{1-\frac{r_0^2}{r^2}}\,dM(r)\right]. \tag{19}$$

Из (18) и (19) находим:

$$\Delta v = \frac{2G}{vr_0}\left[M - \int_{r_0}^{a}\sqrt{1-\frac{r_0^2}{r^2}}\,dM(r)\right]. \tag{20}$$

Для значения $dM(r)$ имеем:

$$dM(r) = 4\pi\rho\, r^2\, dr, \tag{21}$$

где ρ плотность в объеме $4\pi r^2 dr$.

Подставив значение $dM(r)$ из (21) в (20), находим:

$$\Delta v = \frac{2G}{vr_0}\left[M - 4\pi\int_{r_0}^{a}\rho r^2\sqrt{1-\frac{r_0^2}{r^2}}\,dr\right]. \tag{22}$$

Примем согласно (5), что плотность в шарообразной системе имеет вид:

$$\rho = \frac{k\pi^{3/2}e^{\frac{3h^2GM}{a}}}{h^3(1+\omega^2r^2)}e^{-\frac{4}{3}Gh^2\pi\bar{\rho}r^2}, \tag{23}$$

где k, h и ω — постоянные величины, $\bar{\rho}$ — среднее значение плотности

Для максвемовского распределения скоростей имеем: $\omega = 0$,

$$h^2 = \frac{1}{2\sigma^2}, \tag{24}$$

где σ дисперсия скоростей. Учитывая также, что

$$\bar{\rho} = \frac{3M}{4\pi a^3}, \tag{25}$$

получаем

$$\rho = \rho_0 e^{-br^2}, \tag{26}$$

где

$$b = \frac{GM}{2a^3\sigma^2}. \tag{27}$$

Подставив значение ρ из (26) в (22), находим:

$$\Delta v = \frac{2G}{vr_0}\left| M - 4\pi\rho_0 \int_{r_0}^{a} \sqrt{1-\frac{r_0^2}{r^2}}\, e^{-br^2} r^2\, dr \right|, \tag{28}$$

ρ_0 определяется из

$$\rho_0 = \frac{M}{4\pi \int_0^a e^{-br^2} r^2 dr}. \tag{29}$$

Подставив значение ρ_0 из (29) в (28), находим:

$$\Delta v = \frac{2GM}{vr_0}\left[1 - \frac{\int_{r_0}^{a} \sqrt{1-\frac{r_0^2}{r^2}}\, e^{-br^2} r^2 dr}{\int_0^a e^{-br^2} r^2 dr} \right], \tag{30}$$

где $r_0 < a$, а при $r_0 > a$ имеем:

$$\Delta v = \frac{2GM}{vr_0}. \tag{31}$$

Если для данных M и a известно σ, тогда b определяется из (27), а Δv из (30).

После численного интегрирования по (30), при значениях: $M = 10^{11}$ солнечных масс, $v = 2000\ \frac{км}{сек}$, $a = 4000$ пс, $\sigma = 100\ \frac{км}{сек}$, получим, при $r_0 = 500$ пс $\Delta v = 200\ \frac{км}{сек}$, а при $r_0 = 1000$ пс $\Delta v = 220\ \frac{км}{сек}$.

При $r(0) = 4000$ пс (расстояние звезды от центра своей галактики) для ускорения звезды относительно центра своей галактики при этих

ланных находим: при $r_0 = 500$ пс $\Delta v_r = 89 \frac{км}{сек}$, а при $r_0 = 1000$ пс $\Delta v_r = 120 \frac{км}{сек}$. Эти данные помещены в табл. 2.

Таблица 2

r_0	r_1	Δv	Δv_r
500 *пс*	4500 *пс*	200 $\frac{км}{сек}$	89 $\frac{км}{сек}$
5000	4500		11
1000	5000	220	120
6000	5000		16,5

Когда направление v не перпендикулярно плоскости орбиты рассматриваемых звезд, то по Спитцеру и Бааде, как указывалось выше, Δv_r будет меньше, чем в приведенных выше примерах. Однако надо отметить, что это замечание не всегда правильно. Так, например, как видно из (1), в том случае, когда r_0 и r_1 имеют одно и то же направление, Δv_r не зависит от направления v.

Очевидно, что при встрече двух галактик, среднее Δv_r всех звезд галактики будет меньше, чем среднее Δv_r звезд, находящихся в плоскости, проходящей через центр галактики, к которой направление v перпендикулярно. Однако необходимо подчеркнуть, что для перераспределения звезд в галактике играет роль не среднее приращение скоростей звезд, а индивидуальные приращения, особенно большие приращения скоростей звезд. Поэтому усреднение не имеет здесь большого смысла.

С другой стороны, для определения Δv_r также нет смысла взять массу средней галактики, имея в виду, что различия в массах галактик весьма велики. Особенно большое перераспределение звезд в галактике может происходить, когда она встретится с большой галактикой.

Исходя из вышеизложенного, можно сказать, что данные, находящиеся в табл. 2, не являются верхними границами приращения скоростей при сближении двух галактик.

Данные табл. 2 показывают, что, при столкновении с гигантской галактикой, распределение звезд в звездной системе сильно изменяется, так как при этом скорости звезд в галактиках получают значительные приращения. Очевидно, что при столкновении галактик, особенно, когда компактная гигантская галактика проходит через среднюю или маленькую, некоторая часть звезд из последних систем может покинуть свою систему, а возможно стать членом проходящей галактики.

Все это позволяет сделать вывод, что столкновение галактик с гигантскими галактиками поля должно приводить к существенным изменениям в системах, участвующих в столкновении. Поскольку богатые скопления галактик всегда содержат некоторое число подобных гигантских и сверхгигантских объектов, то эффект столкновений заслуживает дальнейшего изучения.

Выражаю глубокую благодарность академику В. А. Амбарцумяну за замечания при выполнении этой работы.

Бюраканская астрофизическая обсерватория
Академии наук Армянской ССР

Ռ. Հ. ՍԱՀԱԿՅԱՆ

Գալակտիկաների դեֆորմացիան բախման հետևանքով

Հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ գալակտիկաների կույտերում գալակտիկաների բախում հնարավոր է: Գալակտիկաների բախման հետևանքով նրանցում կարող են հանդես գալ նոր երևույթներ: Սպիտցերը և Բաադեն քննարկելով գալակտիկաների բախման հարցը, եկել են այն եզրակացության, որ գալակտիկաների բախման հետևանքով վերջիններիս մեջ աստղերի վերաբաշխում չի կատարվում: Այս աշխատանքում ցույց է տրված, որ նրանց եզրակացությունը ճիշտ չէ: Պարզվում է, որ գալակտիկաների բախման հետևանքով նրանցում կարող են առաջանալ աստղերի զգալի տեղաբաշխում: Հատկապես այդ երևույթները խիստ արտահայտիչ կլինեն, երբ հսկա գալակտիկան բախվի փոքր կամ միջակ գալակտիկայի հետ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Л. Спитцер* и *В. Бааде*, Apj, 113, 2. 413, 1950. [2] *Н. У. Мэйел* и *Л. Аллер*, Apj, v, 95, 2, 5, 1942. [3] С. *Чандрасекар*, Принципы звездной динамики, М., 1948. [4] *Т. Пейдж*, Apj, 116, 63, 1952. [5] *К. Ф. Огородников*, Динамика звездных систем, М., 1958.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XXXI 1960 1

ДИНАМИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Х. Н. Зейтунян

К теории конвекции малого масштаба

(Представлено академиком АН Армянской ССР Н. Х. Арутюняном 9. XII 1959)

В настоящей работе, используя идею А. А. Дородницына, решается пространственная нелинейная, нестационарная задача о свободной термической конвекции малого масштаба над пересеченной, термически неоднородной местностью, в поле силы Кориолиса с учетом условия теплого баланса на поверхности почвы. Причем вместе с полями температуры и скоростей рассматривается и поле влажности, так как известно, что свободная конвекция представляет наибольший интерес благодаря связанным с ней изменениям температуры и особенно влажности.

Предполагая, что рельеф достаточно плавный, чтобы можно было применить теории пограничного слоя, и отправляясь от общей системы уравнений термогидродинамики атмосферы, произведем упрощения теории конвекции ([1]) и теории пограничного слоя.

Тогда придем к следующей системе уравнений:

$$\frac{du}{dt} = -RT\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{p}{P}\right) + \lambda \sin\alpha\vartheta + 2\omega \sin\varphi v + \frac{\partial}{\partial z}\nu\frac{du}{\partial z},$$

$$\frac{dv}{dt} = -RT\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{p}{P}\right) + \lambda \sin\beta\vartheta - 2\omega \sin\varphi u + \frac{\partial}{\partial z}\nu\frac{\partial v}{\partial z},$$

$$0 = -RT\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{p}{P}\right) + \lambda\cos\alpha\cos\beta\vartheta, \qquad (1)$$

$$\frac{d\vartheta}{dt} = -\mu(u\sin\alpha + v\sin\beta + w\cos\alpha\cos\beta) + \frac{\partial}{\partial z}k\frac{\partial\vartheta}{\partial z},$$

$$\frac{dq}{dt} = +\varepsilon(u\sin\alpha + v\sin\beta + w\cos\alpha\cos\beta) + \frac{\partial}{dz}k\frac{\partial q}{\partial z},$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = \sigma w,$$

$$\frac{\partial\vartheta^*}{\partial t} = \nu^*\frac{\partial^2\vartheta^*}{\partial z^2} \quad (z<0),$$

где

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u\frac{\partial}{\partial x} + v\frac{\partial}{\partial y} + w\frac{\partial}{\partial z}; \qquad \lambda = \frac{g}{T};$$

$$\mu = \gamma_a + \frac{dT}{dz}; \quad \varepsilon = -\frac{dQ}{dz}; \quad \sigma = \frac{g}{RT} + \frac{d\ln T}{dz}.$$

Здесь x, y, z — ортогональные криволинейные координаты; ось x направлена вдоль линии рельефа, z — вверх; t — время; u, v, w — составляющие скорости ветра вдоль осей x, y, z, соответственно; ϑ, p, q — отклонения температуры, давления и влажности от T, P и Q — значений этих элементов в покоящейся атмосфере; R — газовая постоянная для воздуха; g — ускорение силы тяжести; ω — угловая скорость вращения земли; φ — географическая широта места; γ_a — сухоадиабатический градиент; $\alpha(x)$, $\beta(y)$ — углы между горизонтальной плоскостью и осями координат x, y, соответственно: ν, k, ν^* — коэффициенты турбулентной вязкости, турбулентной теплопроводности и температуропроводности почвы; ϑ^* — температура почвы.

В качестве граничных условий примем „прилипание“ и условие теплового баланса у земли

$$\text{при } z = 0 \quad u = v = w = 0; \quad \vartheta = \vartheta^*, \; q = \bar{b}\, s\vartheta;$$

$$\lambda^* \frac{\partial \vartheta^*}{\partial z} - \bar{\lambda}\left(\frac{\partial \vartheta}{\partial z} + \frac{L}{c_p}\frac{\partial q}{\partial z}\right) + \bar{a}\vartheta^* = (1 - \Gamma)\, r(t), \tag{2}$$

а также затухание свободной конвекции с высотой

$$\text{при} \quad z = +\infty \quad u = v = \vartheta = p = q = 0,$$

$$\text{при} \quad z = -\infty \quad \vartheta^* = 0. \tag{3}$$

В качестве начального условия положим, что в начальный момент свободная конвекция отсутствует. т. е.

$$\text{при } t = 0 \quad u = v = \vartheta = q = \vartheta^* = 0. \tag{4}$$

Здесь $\bar{a}$ и $\bar{b}$ — постоянные величины; $s = s(x, y)$ — будет равно единице над водной поверхностью и будет правильной дробью над поверхностью почвы ([2]); λ^* и $\bar{\lambda}$ — коэффициенты теплопроводности почвы и воздуха; L — скрытая теплота парообразования; c_p — коэффициент теплоемкости воздуха; Γ — альбедо подстилающей поверхности; $r(t)$ — приходящая к земле длинноволновая и солнечная радиация.

Перейдем теперь к решению задачи, предварительно положив

$$\nu = k = \text{const}, \quad \lambda = \text{const}, \quad \mu = \text{const}^{(x)}, \quad \varepsilon = \text{const}, \quad \sigma = 0;$$

кроме того, пренебрегаем в четвертом и пятом уравнениях системы (1) членом $w\cos\alpha\cos\beta$ по сравнению с членами $u\sin\alpha$ и $v\sin\beta$.

Введем теперь, основываясь, в частности, на условиях (3) и (4), вместо z новую независимую переменную

(x) Стратификация атмосферы в состоянии равновесия, учитываемая в нашей задаче параметром $\mu = \gamma_a + dT/dz$, существенно влияет на характер явления. Этот параметр равновесного состояния будем считать заданной величиной.

$$\zeta = \frac{z}{2\sqrt{\nu t}}, \quad \left(\zeta^* = \frac{z}{2\sqrt{\nu^* t}}\right) \tag{5}$$

и заменим

$$\begin{aligned} \vartheta &= \tau^2 \cdot \Theta(x, y, \zeta, \tau), & q &= \tau^2 \cdot \omega(x, y, \zeta, \tau), \\ \vartheta^* &= \tau^2 \cdot \Theta^*(x, y, \zeta^*, \tau), & \dot{u} &= \tau^4 \cdot \dot{\varphi}(x, y, \zeta, \tau), \\ v &= \tau^4 \cdot \dot{\psi}(x, y, \zeta, \tau) & w &= 2\nu^{1/2}\tau^5 \cdot \sigma(x, y, \zeta, \tau), \end{aligned} \tag{6}$$

где

$$\tau = \sqrt{t}.$$

После соответствующих преобразований уравнения (1) можно записать в виде (давление исключено(x))

$$\frac{\partial^2 \dot{\varphi}}{\partial \zeta^2} + 2\zeta \frac{\partial \dot{\varphi}}{\partial \zeta} - 8\dot{\varphi} - 2\tau \frac{\partial \dot{\varphi}}{\partial \tau} - 8\lambda\nu^{1/2}\cos\beta \frac{\partial}{\partial x}\left(\cos\alpha \int_{\infty}^{\zeta} \Theta d\zeta\right)\tau +$$

$$+ 4\lambda \sin\alpha\Theta + 8\omega \sin\varphi\tau^2\dot{\psi} = -4\tau^6\left(\dot{\varphi}\frac{\partial \dot{\varphi}}{\partial x} + \dot{\psi}\frac{\partial \dot{\varphi}}{\partial y} + \sigma\frac{\partial \dot{\varphi}}{\partial \zeta}\right),$$

$$\frac{\partial^2 \dot{\psi}}{\partial \zeta^2} + 2\zeta\frac{\partial \dot{\psi}}{\partial \zeta} - 8\dot{\psi} - 2\tau\frac{\partial \dot{\psi}}{\partial \tau} - 8\lambda\nu^{1/2}\cos\alpha\frac{\partial}{\partial y}\left(\cos\beta\int_{\infty}^{\zeta}\Theta d\zeta\right)\tau +$$

$$+ 4\lambda\sin\beta\Theta - 8\omega\sin\varphi\tau^2\cdot\dot{\varphi} = -4\tau^6\left(\dot{\varphi}\frac{\partial \dot{\psi}}{\partial x} + \dot{\psi}\frac{\partial \dot{\psi}}{\partial y} + \sigma\frac{\partial \dot{\psi}}{\partial \zeta}\right), \tag{7}$$

$$\frac{\partial^2\Theta}{\partial\zeta^2} + 2\zeta\frac{\partial\Theta}{\partial\zeta} - 4\Theta - 2\Theta\frac{\partial\Theta}{\partial\tau} - 4\mu\tau^4(\sin\alpha\dot{\varphi} + \sin\beta\dot{\psi}) =$$

$$= -4\tau^6\left(\dot{\varphi}\frac{\partial\Theta}{\partial x} + \dot{\psi}\frac{\partial\Theta}{\partial y} + \sigma\frac{\partial\Theta}{\partial\zeta}\right),$$

$$\frac{\partial^2\omega}{\partial\zeta^2} + 2\zeta\frac{\partial\omega}{\partial\zeta} - 4\omega - 2\tau\frac{\partial\omega}{\partial\tau} + 4\varepsilon\tau^4(\sin\alpha\dot{\varphi} + \sin\beta\dot{\psi}) =$$

$$= -4\tau^6\left(\dot{\varphi}\frac{\partial\omega}{\partial x} + \dot{\psi}\frac{\partial\omega}{\partial y} + \sigma\frac{\partial\omega}{\partial\zeta}\right),$$

$$\frac{\partial\dot{\varphi}}{\partial x} + \frac{\partial\dot{\psi}}{\partial y} + \frac{\partial\sigma}{\partial\zeta} = 0,$$

$$\frac{\partial^2\Theta^*}{\partial\zeta^{*2}} + 2\zeta^*\frac{\partial\Theta^*}{\partial\zeta^*} - 4\Theta^* - 2\tau\frac{\partial\Theta^*}{\partial\tau} = 0, \quad (\zeta^* < 0).$$

На основании полученных уравнений (7) можно заключить, что весьма удобно отыскивать решение в виде рядов по восходящим сте-

---

(x) После отыскания ϑ возмущение давления p можно вычислить путем квадратуры. В дальнейшем уравнение для p не рассматривается.

пеням τ. Действительно, при этом нелинейные члены, стоящие в правых частях уравнений, не скажутся на первых шести членах разложения, которые, следовательно, определяются из линейных уравнений. Кроме того, коэффициенты такого ряда последовательно определяются друг за другом.

Итак, зададим функцию $r(\tau)$ в виде

$$r(\tau) = \frac{\bar{\lambda}}{2\nu^{1/2}} \sum_{n=0}^{\infty} r_n \tau^{n+1}, \tag{8}$$

и, соответственно, будем искать решение в форме

$$\Theta(x, y, \zeta, \tau) = \sum_{n=0}^{\infty} \Theta_n(x, y, \zeta)\tau^n, \quad \omega(x, y, \zeta, \tau) = \sum_{n=0}^{\infty} \omega_n(x, y, \zeta)\tau^n,$$

$$\Theta^*(x, y, \zeta, \tau) = \sum_{n=0}^{\infty} \Theta_n^*(x, y, \zeta)\tau_n, \quad \varphi(x, y, \zeta, \tau) = \sum_{n=0}^{\infty} \varphi_n(x, y, \zeta)\tau^n, \tag{9}$$

$$\psi(x, y, \zeta, \tau,) = \sum_{n=0}^{\infty} \psi_n,(x, y, \zeta)\tau_n, \quad \sigma(x, y, \zeta, \tau) = \sum_{n=0}^{\infty} \sigma_n(x, y, \zeta)\tau^n.$$

Тогда граничными условиями для Θ_n, ω_n, Θ_n^*, φ_n, ψ_n, σ_n будут при $\zeta = 0$

$$\varphi_n = \psi_n = \sigma_n = 0; \quad \Theta_n = \Theta_n^*; \quad \omega_n = b \cdot s \cdot \Theta_n.$$

$$\frac{\lambda^*}{\lambda}\sqrt{\frac{\nu}{\nu^*}}\frac{\partial\Theta_n^*}{\partial\zeta^*} - \left(\frac{\partial\Theta_n}{\partial\zeta} + \frac{L}{c_p}\frac{\partial\omega_n}{\partial\zeta}\right) + \frac{2\nu^{1/2}}{\lambda}\bar{a}\Theta_{n-1} = (1-\Gamma)r_n. \tag{10}$$

Подставляя ряды (9) в систему (7) и приравнивая коэффициенты при одинаковых степенях τ, мы получим бесконечную систему дифференциальных уравнений с бесконечным числом неизвестных:

$$\frac{\partial^2\varphi_n}{\partial\zeta^2} + 2\zeta\frac{\partial\varphi_n}{\partial\zeta} - 2(n+4)\varphi_n = 8\lambda\nu^{1/2}\cos\beta\frac{\partial}{\partial x}\left(\cos\alpha\int_{\infty}^{\zeta}\Theta_{n-1}\,d\zeta\right) -$$

$$- 4\lambda\sin\alpha\Theta_n - 8\omega\sin\varphi\psi_{n-2} + 4\sum_{k=0}^{n-6}\left(\varphi_k\frac{\partial\varphi_{n-6-k}}{\partial x} + \psi_k\frac{\partial\varphi_{n-6-k}}{\partial y} + \right.$$

$$\left. + \sigma_k\frac{\partial\varphi_{n-6-k}}{\partial\zeta}\right), \tag{11}$$

$$\frac{\partial^2\psi_n}{\partial\zeta^2} + 2\zeta\frac{\partial\psi_n}{\partial\zeta} - 2(n+4)\psi_n = 8\lambda\nu^{1/2}\cos\alpha\frac{\partial}{\partial y}\left(\cos\beta\int_{\infty}^{\zeta}\Theta_{n-1}\partial\zeta\right) -$$

$$- 4i \sin \beta \Theta_n + 8\omega \sin \varphi \varphi_{n-2} + 4 \sum_{k=0}^{n-6} \left(\varphi_k \frac{\partial \psi_{n-6-k}}{\partial x} + \psi_k \frac{\partial \varphi_{n-6-k}}{\partial y} + \right.$$

$$\left. + \sigma_k \frac{\partial \psi_{n-6-k}}{\partial \zeta} \right), \qquad (12)$$

$$\frac{\partial^2 \Theta_n}{\partial \zeta^2} + 2\zeta \frac{\partial \Theta_n}{\partial \zeta} - 2(n+2)\Theta_n = 4\mu (\sin \alpha \varphi_{n-4} + \sin \beta \psi_{n-4}) +$$

$$+ 4 \sum_{k=0}^{n-6} \left(\varphi_k \frac{\partial \Theta_{n-6-k}}{\partial x} + \psi_k \frac{\partial \Theta_{n-6-k}}{\partial y} + \sigma_k \frac{\partial \Theta_{n-6-k}}{\partial \zeta} \right), \qquad (13)$$

$$\frac{\partial^2 \omega_n}{\partial \zeta^2} + 2\zeta \frac{\partial \omega_n}{\partial \zeta} - 2(n+2)\omega_n = 4\varepsilon (\sin \alpha \varphi_{n-4} + \sin \beta \psi_{n-4}) +$$

$$+ 4 \sum_{k=0}^{n-6} \left(\varphi_k \frac{\partial \omega_{n-6-k}}{\partial x} + \psi_k \frac{\partial \omega_{n-6-k}}{\partial y} + \sigma_k \frac{\partial \omega_{n-6-k}}{\partial \zeta} \right), \qquad (14)$$

$$\frac{\partial \sigma_n}{\partial \zeta} = -\left(\frac{\partial \varphi_n}{\partial x} + \frac{\partial \psi_n}{\partial y} \right), \qquad (15)$$

$$\frac{\partial^2 \Theta_n^*}{\partial \zeta^{*2}} + 2\zeta^* \frac{\partial \Theta_n^*}{\partial \zeta^*} - 2(n+2)\Theta_n^* = 0, \quad (\zeta^* < 0). \qquad (16)$$

Для всех n из (16) найдется Θ_n^*; аналогично этому для $n < 4$ из (13) и (14) найдутся Θ_n и ω_n, затем по значениям Θ_n из (11) и (12) найдутся φ_n и ψ_n, из (15) — σ_n.

Далее, пользуясь этими решениями, легко найдем неизвестные последующих номеров. Начиная с $n \geqslant 6$, появляются нелинейные члены, как произведения уже найденных ранее линейных членов в виде известной правой части уравнений.

Таким образом, решение системы (11)—(16) с краевыми условиями (10) мы начнем с уравнения

$$\frac{\partial^2 Z_n}{\partial \zeta^2} + 2\zeta \frac{\partial Z_n}{\partial \zeta} - 2(n+2j) Z_n = 0 \quad (j = 1,2).$$

Общее решение ([3]) этого уравнения можно записать в виде

$$Z_n(x, y, \zeta) = c_1 L_{n+2j}(\zeta) + c_2 P_{n+2j}(\zeta), \qquad (17)$$

где c_1 и c_2 — постоянные интегрирования, зависящие от x и y. Функции $L_n(\zeta)$ введены в работе ([4]) и имеют вид:

$$L_n(\zeta) = \frac{A_n}{n!} \int_{\infty}^{\zeta} (\zeta - t)^n \exp(-t^2)\, dt, \qquad (18)$$

$$(A_n = 2nA_{n-2}, \quad A_0 = -\frac{2}{\sqrt{\pi}}; \quad A_1 = 2).$$

$P_n(\varsigma)$ — полиномы связаны с полиномами Чебышева-Эрмита следующим образом:

$$P_n(\varsigma) = \frac{H_n(i\varsigma)}{i^n 2^n n!}. \tag{19}$$

Используя решение (17) в последующих номерах, для тех же функций φ_n, ψ_n, Θ_n и ω_n будем иметь неоднородное уравнение следующего вида:

$$\frac{\partial Z^2{}_n}{\partial \varsigma^2} + 2\varsigma \frac{\partial Z_n}{\partial \varsigma} - 2(n+2j) Z_n = \sum_{i=0}^{m} \alpha_i(x, y) L_i(\varsigma) +$$

$$+ F_{n-6}^{(z_n)}(x, y, \varsigma), \tag{20}$$

где $F_{n-6}^{(z_n)}$ — известные функции.

Если обозначить через $f_n(x, y,)$ температуру подстилающей поверхности, то решение уравнения (20) при краевых условиях:

$$Z_n = f_n(x, y,) \text{ при } \varsigma = 0;$$

$$Z_n = 0 \qquad \text{при } \varsigma = +\infty.$$

будет иметь вид:

$$Z_n(x, y, \varsigma) = f_n(x, y)\, L_{n+2j}(\zeta) + \sum_{i=0}^{m} \frac{\alpha_i(x, y)}{2(i-n-2j)} [L_i(\zeta) - L_{n+2j}(\zeta)] +$$

$$+ \frac{A_{n+2j-1}}{A_{n+2j}} 2^{n+2j} \left(\frac{n+2j}{2}\right)! \left[P_{n+2}(\varsigma) \int_{\varsigma}^{\infty} e^{-\varsigma^2} L_{n+2j}(\varsigma) F_{n-6}^{(z_n)}(x, y, \varsigma)\, d\varsigma + \right.$$

$$\left. + L_{n+2j}(\varsigma) \int_{0}^{\varsigma} e^{-\varsigma^2} P_{n+2j}(\varsigma)\, F_{n-6}^{(z_n)}(x, y, \varsigma)\, d\varsigma \right] - \frac{A_{n+2j-1}}{A_{n+2j}} L_{n+2j}(\varsigma) \times$$

$$\times \int_{0}^{\infty} e^{-\varsigma^2} L_{n+2j}(\varsigma) F_{n-6}^{(z_n)}(x, y, \varsigma)\, d\varsigma, \tag{21}$$

(при четном n).

$$Z_n(x, y, \varsigma) = f_n(x, y) L_{n+2j}(\varsigma) + \sum_{i=0}^{m} \frac{\alpha_i(x, y)}{2(i-n-2j)} [L_i(\varsigma) - L_{n+2j}(\varsigma)] -$$

$$- 2^{n+2j-1} \left(\frac{n+2j-1}{2}\right)! \left[P_{n+2j}(\varsigma) \int_{\varsigma}^{\infty} e^{-\varsigma^2} L_{n+2j}(\varsigma) F_{n-6}^{(z_n)}(x, y, \varsigma)\, d\varsigma + \right.$$

$$\left. + L_{n+2j}(\varsigma) \int_{0}^{\varsigma} e^{-\varsigma^2} P_{n+2j}(\varsigma) F_{n-6}^{(z_n)}(x, y, \varsigma)\, d\varsigma \right], \tag{22}$$

(при нечетном n)

Причем для φ_n и ψ_n имеем $f_n(x, y) = 0$, для Θ_n имеем $f_n(x, y) = \Theta_n(x, y, 0)$, а для $\omega_n - f_n(x, y) = \bar{b}s\Theta_n(x, y, 0)$.

Заметим, что $F_{n-6}^{(z_n)}(x, y, \zeta) \equiv 0$ для всех $n < 6$ и только начиная с $n = 6$ появляются $F_{n-6}^{(z_n)}$ — как известные функции.

Пользуясь решением для φ_n и ψ_n и краевым условием (10), находим из (15):

$$\alpha_n(x, y, \zeta) = -\left(\frac{\partial}{\partial x}\int_0^\zeta \varphi_n d\zeta + \frac{\partial}{\partial y}\int_0^\zeta \psi_n d\zeta\right). \qquad (23)$$

Остается теперь определить $f_n(x, y)$, $\alpha_i(x, y)$ и $F_{n-6}^{(z_n)}(x, y, \zeta)$ для всех случаев, тогда задача решается до конца. Для этого необходимо определить распределение температуры по поверхности почвы.

Например, исключая с помощью уравнения теплого баланса (10) из решения (22) неизвестную температуру подстилающей поверхности, получим:

$$f_n(x, y) = \frac{A_{n+1}}{\Lambda(x, y),\ A_{n+2}}\left\{(1 - \Gamma) r_n - \frac{2\nu^{1/2}}{\bar{\lambda}}\bar{a} f_{n-1}(x, y,) + \right.$$

$$+ \sum_{i=0}^{m} \frac{1}{2(i - n - 2)}\left(\frac{A_{n+2}}{A_{n+1}} - \frac{A_i}{A_{i-1}}\right)\left[\alpha_i(x, y) + \frac{L}{c_p}\alpha_i(x, y)\right] + \qquad (24)$$

$$\left. + \int_0^\infty e^{\zeta^2} L_{n+2}(\zeta)\left[F_{n-6}^{'(z_n)}(x, y, \zeta) + \frac{L}{c_p} F_{n-6}^{''(z_n)}(x, y, \zeta)\right] d\zeta\right\} \quad \text{(при нечетном } n\text{)},$$

где

$$\Lambda(x, y) = \frac{\lambda^*(x, y,)}{\bar{\lambda}}\sqrt{\frac{\nu}{\nu^*(x, y)}} - \left(1 + \frac{L}{c_p}\bar{b}s(x, y)\right);$$

$F_{n-6}^{'(z_n)}$, α_i' и $F_{n-6}^{''(z_n)}$, $\alpha_i^{''(x)}$ — $F_{n-6}^{(z_n)}$, α_i для Θ_n и ω_n, соответственно.

Таким образом, формулы (21)—(24) дают полное решение поставленной задачи.

Мы надеемся отдельно дать результаты расчета примеров и сравнить эти результаты с наблюдениями (в особенности с наблюдениями над осадками).

В заключение искренне благодарю члена-корреспондента АН СССР И. А. Кибеля, под руководством которого выполнена настоящая работа.

Институт прикладной геофизики
Академии наук СССР

(x) Заметим, что в $F_{n-6}^{'(z_n)}$, α_i' и $F_{n-6}^{''(z_n)}$, α_i'' входят $f_{n-4}(x, y)$, $f_{n-6}(x, y)$, ... и т. д.

Խ. Ն. ՋԵՅԹՈՒՆՅԱՆ

Փոքր մասշտաբի կոնվեկցիայի տեսության մասին

Ներկա աշխատանքում լուծվում է փոքր մասշտաբի ազատ ջերմային կոնվեկցիայի ոչ գծային, տարածական և ոչ ստացիոնար խնդիրը. ոչ հարթ տեղի վրա: Հաշվի է առնված կորիոլիսի ուժի ազդեցությունը, ընդորում ջերմաստիճանի և արագությունների դաշտերի հետ միասին դիտվում է և խոնավության դաշտը, քանի որ ազատ կոնվեկցիան ներկայացնում է մեծ հետաքրքրություն ջերմաստիճանի և հատկապես խոնավության փոփոխությունների դեպքում:

Պարզեցնելով մթնոլորտի թերմոհիդրոդինամիկայի ընդհանուր հավասարումների սիստեմը սահմանային շերտի և կոնվեկցիայի տեսությունների հիման վրա, ստանում ենք (1) հավասարումների սիստեմը (2)—(4) եզրային և նախնական պայմաններով: (5)—(6) ձևափոխություններից հետո այդ սիստեմը բերվում է (7) տեսքին: Ընդունելով (8)-ի տեսքից, լուծումը որոնվում է (9)-ը տեսքով: Վերջնական ձևով ստացվում է (11)—(16) հավասարումների սիստեմը (10) պայմաններով: Այս սիստեմի լուծումը բերվում է ոչ համասեռ, երկրորդ կարգի սովորական դիֆերենցիալ հավասարման լուծմանը:

(21)—(24) բանաձևերը տալիս են խնդրի լուծումը:

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Н. Е. Кочин, И. А. Кибель* и *Н. В. Розе*, Теоретическая гидромеханика, т. I, ГИТТЛ, стр, 545, 19.5. [2] *И. А. Кибель*, Введение в гидродинамические методы краткосрочного прогноза погоды, ГИТТЛ, М., 1957. [3] *А. М. Мхитарян*. Изв. АН АрмССР (сер. физ.-мат. н.), 1 (1955). [4] *Л. Н. Гутман*, Инж. сб., т. 15 (1953).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXXI 1960 1

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Л. Миджоян, академик АН Армянской ССР, Г. Л. Папаян и
Н. М. Оганджанян

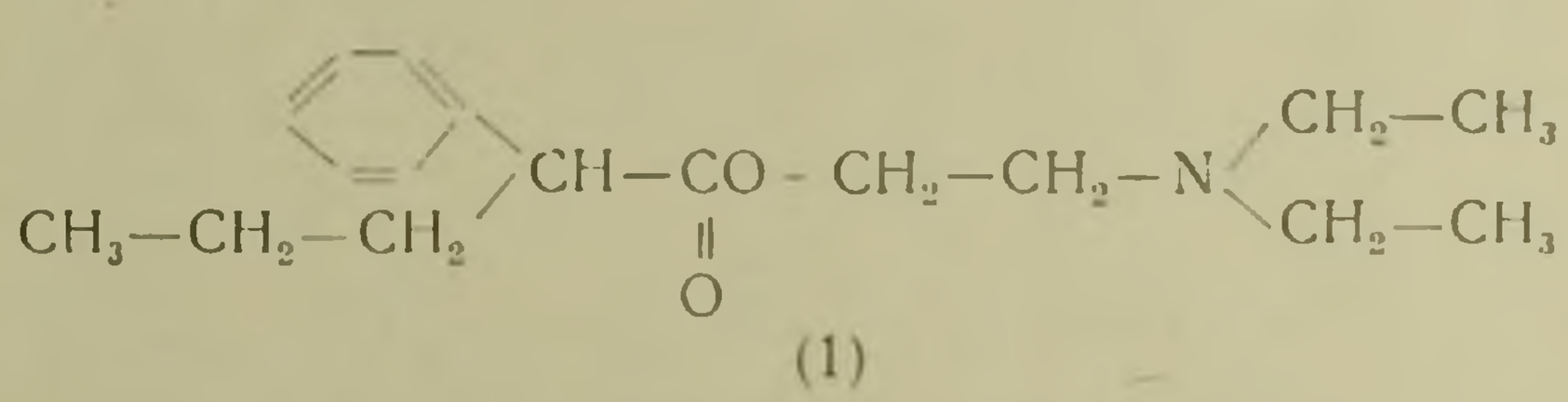
Исследование в области производных замещенных уксусных кислот

Сообщение XXI. Некоторые сложные эфиры тропина

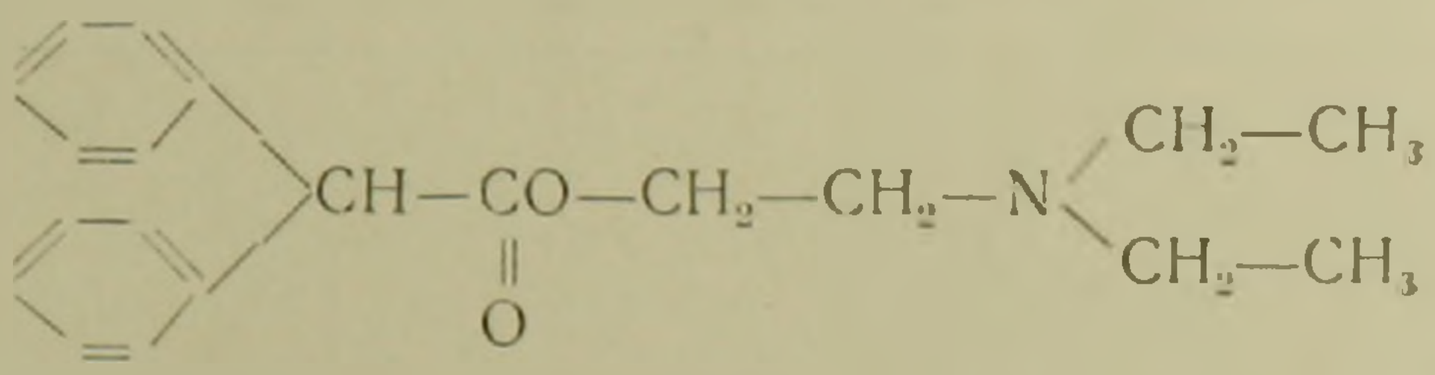
(Представлено 3. II 1960)

Многие алкалоиды, нашедшие применение в практической медицине, обладают поливалентным действием. Так, например, атропин наряду с выраженными холинолитическими свойствами, обладает способностью расширять зрачок, подавлять слюноотделение и т. д.

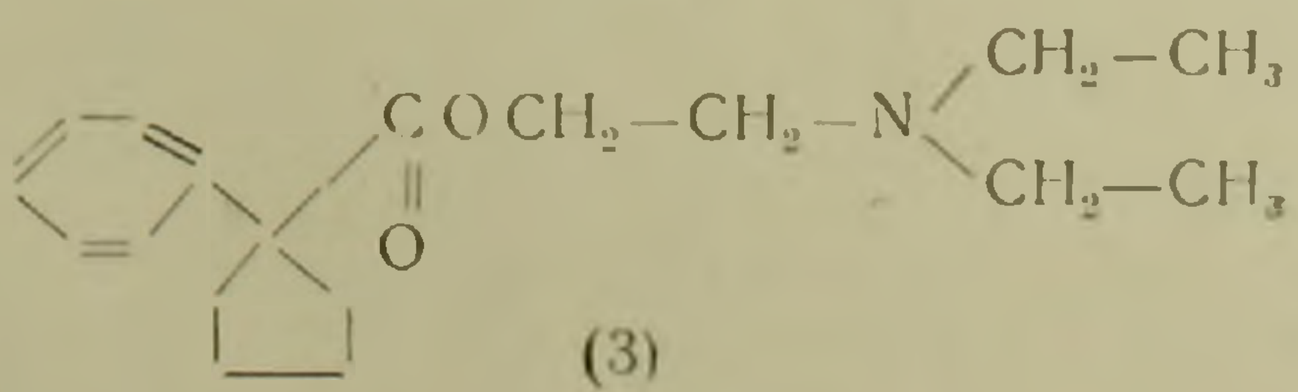
Разносторонние фармакологические свойства природных соединений послужили основой для изыскания их синтетических заменителей с целью получения по возможности более селективно действующих лекарственных средств. Строение атропина с одной стороны и ацетилхолина с другой привели к синтезу большого числа холинолитиков ряда аминоэфиров двух-, трехзамещенных уксусных кислот, некоторые представители которых, как, например пропиван (1), тразентин (2), парпанит (3) и другие, обнаруживают в выраженной форме отдельные свойства атропина.



(1)



(2)



(3)

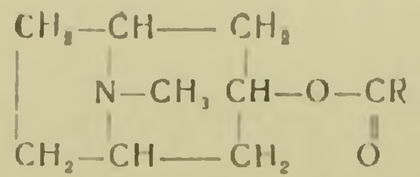
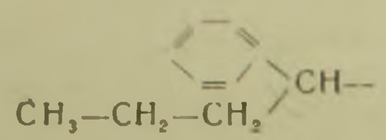
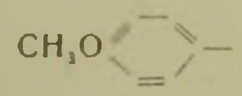
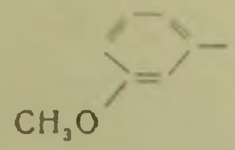
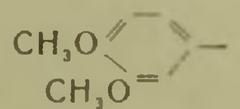
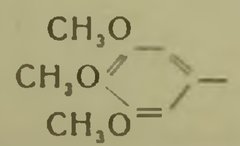
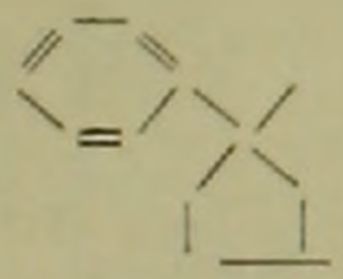
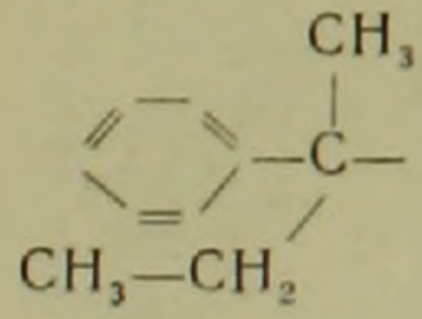
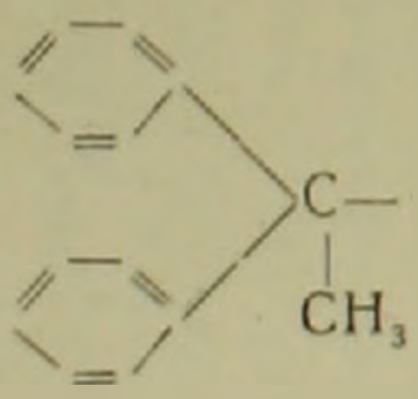
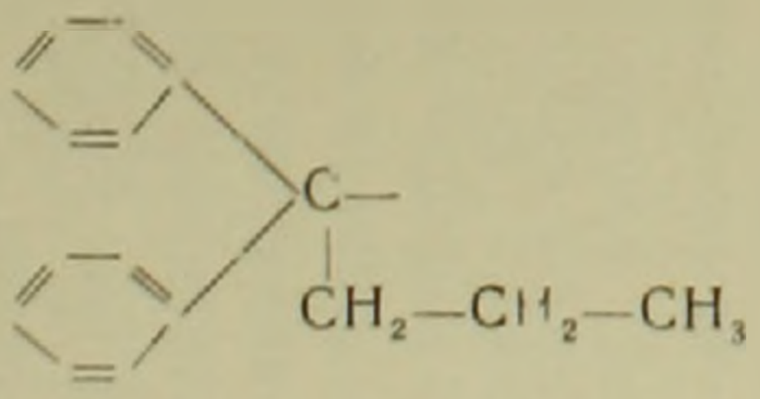
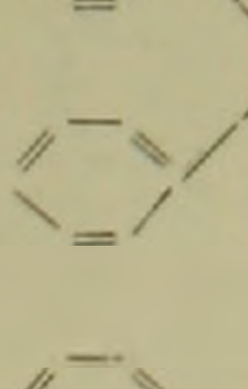


Таблица 1

R	Выход в %	Температура плавления в °C			Анализ в %					
					Cl		J			
							йодметилат		йодэтилат	
		хлоргидрат	йодметилат	йодэтилат	вычислено	найдено	вычислено	найдено	вычислено	найдено
	71,0	110—112	253—254	182—184	10,51	10,28	28,66	28,33	27,78	27,51
	76,0	203—205	255—257	250—252	11,39	11,12	30,45	30,15	29,46	29,23
	65,3	125—127	258—260	188—190	11,39	11,75	30,45	30,67	29,46	29,17
	69,8	132—134	260—261	208—210	10,30	10,73	28,41	28,55	27,54	27,34
	64,5	188—190	257—259	250—252	9,55	9,77	26,62	26,82	25,86	26,08

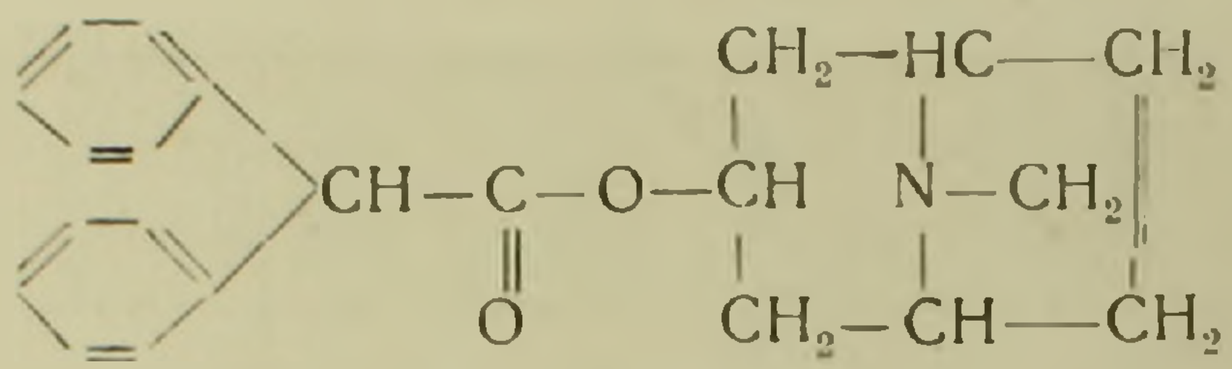
	70,3	184—185	290*
	73,7	116—118	248—250
	66,2	166—168	244—245
	62,7	190—191	222—223
	77,5	200—201	288—290

* При этой температуре происходит обугливание.

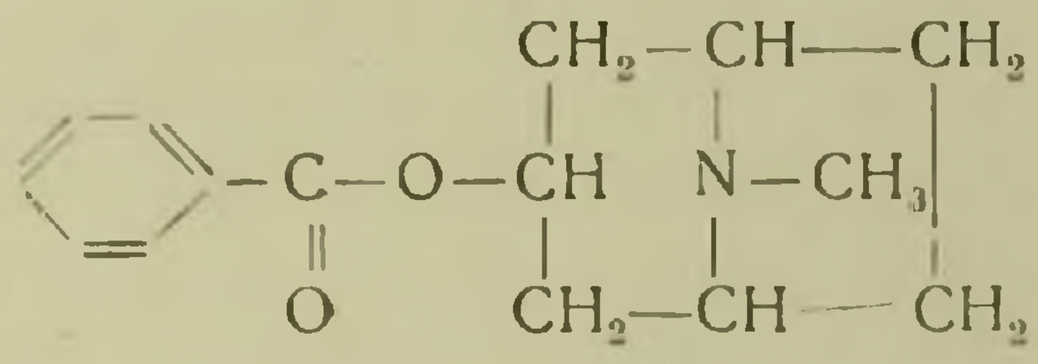
300*	10,15	10,06	27,91	27,69	27,08	26,80
175—177	10,51	10,73	28,66	28,38	27,78	27,49
220—222	9,22	9,45	25,86	25,62	25,14	25,40
175—177	8,58	8,81	24,47	24,35	23,82	23,95
270—272	9,60	9,96	26,73	26,97	25,97	26,19

Однако, наряду с синтезом и исследованием большого числа аминоэфиров, содержащих алифатические аминоспирты различного строения, сравнительно мало изучены аминоэфиры, содержащие гетероциклические аминоспирты. Даже тропин, входящий в состав атропина, мало использован в синтезах селективно действующих холинолитиков.

Известные на сегодня эфиры тропина—тропацин (4), тропококаин (5) и другие не достаточно характеризуют



(4)



(5)

значение тропина как аминоспирта. По-видимому отсутствие доступного производственного метода синтеза тропина препятствует его широкому применению в исследовательских работах.

Вопрос использования тропина и других гетероциклических спиртов, по нашему мнению, приобретает решающее значение, так как направленность действия зависит как от удачного сочетания в общей структуре отдельных фрагментов молекулы, так и от состава и строения каждого фрагмента в отдельности.

В настоящей работе мы осуществили синтез эфиров тропина с некоторыми из тех кислот, которые в сочетании с диэтиламиноэтанолом привели к применяемым в практике сильным холинолитическим препаратам. Надо полагать, что подобный синтез расширит наши представления о существенном значении состава и строения аминоспирта в биологической активности полученных соединений и, одновременно, позволит при дальнейшем исследовании их свойств выяснить зависимость от строения использованных кислот.

Так, были получены 3-метокси, 4-метокси, 3,4-диметокси, 3, 4, 5-триметоксибензойные, фенилциклопентанкарбоновый, фенилпропилуксусный, фенилметилэтилуксусный, дифенилметилуксусный, дефенилпропилуксусный, флуорен 9-карбоновый эфиры тропина.

Аналитические данные и температура плавления солей полученных соединений приведены в табл. 1.

Элементарный анализ синтезированных соединений произведен сотрудниками аналитического отдела нашего института С. Н. Тонаканян и Л. С. Аракелян.

Экспериментальная часть. В колбу, емкостью 200 *мл* помещают 0,05 моля (9,8 г) хлорангидрида фенилпропилуксусной кислоты, растворенного в 40 *мл* сухого бензола, и постепенно при охлаждении добавляют 7,0 *г* (0,05 моля) тропина, растворенного в 30 *мл* сухого бензола. Смесь нагревают на водяной бане в течение 6—8 часов и после охлаждения обрабатывают эфирным раствором хлористого водорода для полного переведения образующегося аминоэфира в соответствующий хлоргидрат.

Выпавший осадок отсасывают, тщательно промывают сухим эфиром и перекристаллизовывают из ацетона, осаждая эфиром.

Хлоргидрат тропинового эфира фенилпропилуксусной кислоты— белое кристаллическое вещество; т. пл. 110—112°.

Для фармакологических испытаний были приготовлены также соответствующие йодметилаты и йодэтилаты действием алкилиодитов на эфирный раствор аминоэфира.

Аналогично были синтезированы и остальные тропиновые эфиры.

Вывод: С целью изучения значения состава и строения аминоспирта в зависимости от строения использованных кислот, были синтезированы не описанные в литературе десять тропиновых эфиров указанных кислот и были приготовлены соответствующие им хлоргидраты, йодметилаты и йодэтилаты.

Институт тонкой органической химии
Академии наук Армянской ССР

Ա. Լ. ՄՆՋՈՅԱՆ, Հ. Լ. ՊԱՊԱՅԱՆ ԵՎ Ն. Մ. ՕՀԱՆՋԱՆՅԱՆ

Հետազոտություն տեղակալված բացախաթթուների ածանցյալների բնագավառում

Հաղորդում XXI։ Տրոպինի մի քանի ամինեսթերներ։

Ինական միացությունների բիոլոգիական բազմակողմանի ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ նրանցից շատերը ունեն պոլիվալենտ հատկություններ։ Այսպես՝ հայտնի դեղանյութ ատրոպինը, բացի բոլինոլիտիկ ազդեցությունից, ներգործում է նաև դեղձարտադրության վրա, լայնացնում է աչքի բիբը և այլն։ Սա, իհարկե անցանկալի երևույթ է։ Այդ պատճառով բազմաթիվ ուսումնասիրություններ են կատարվել ստանալու միացություններ, որոնք օժտված լինեն ընտրողաբար ազդող հատկություններով։ Այս աշխատանքները հանգեցրել են ամբողջ շարք միացությունների սինթեզին, որոնց առանձին ներկայացուցիչները, օրինակ՝ պրոպիլան (1), տրաղենտինը (2), պարպանիտը (3) և մյուսները օժտված են ատրոպինի այս կամ այն հատկություններով և կիրառություն են ստացել բժշկության մեջ։

Վերոհիշյալ միացություններն, որոնք վոխարկյալ քացախաթթուների ամինոեսթերներ են, սինթեզներում մեծ մասամբ կլրտուվել են ալիֆատիկ ամինոսպիրտներ։ Այդ տեսակետից համեմատաբար քիչ են օգտագործվել տարբեր կառուցվածքի հետերոցիկլիկ ամինոսպիրտներ։ Նույնիսկ ատրոպինի կառուցվածքի մեջ մտնող բիցիկլիկ ամինոսպիրտ տրոպինը քիչ է օգտագործվել ընտրողաբար ազդող բիոլոգիական միացությունների սինթեզներում։ Մինչդեռ հետերոցիկլիկ ամինոսպիրտների օգտագործումը սինթեզներում ունի իր առանձնահատուկ նշանակությունը՝ քանի որ միացությունների բիոլոգիական ազդման ուղղությունը կախված է ինչպես ամբողջ մոլեկուլում նրա առանձին մասերի հաջող դասավորությից, այնպես էլ այդ մասերի բաղադրությունից և կառուցվածքից։

Ներկա հաղորդման մեջ բերվում է որոպինի ամինոեսթերների սինթեզ այն թթուների հետ, որոնց դուգորդումը ալիֆատիկ ամինոսպիրտ դիէթիլամինոէթանոլի հետ հանգեցրել է բժշկական պրակտիկայում կիրառություն գտած որոշ թվով ուժեղ խոլինոլիտիկների:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Б. Н. Гальперн, P. Bio* Arch. intern. Pharmacodynamie, 59, 149 (1937). (C. A. 32, 9260[9] (1938). U. S. 2,219, 796, oct., 29 (1941), (C. A. 35. 1071[1] (1941)). [2] *К. Мишер, К. Гофман*, U. S, 2,143. 491, Jan. 10 (1939) (C. A. 33, 3077[6] (1939)). Brit 483. 258, Apr. 14 (1938). (C. A. 32, 70555 (1938)); *Д. Р. Джонсон* с *Р. М. Рейнольдс* J. Pharmacol. 59, 365 (1937), (C. A. 31, 5871[1] (1937)). [3] *Р. Доменьёз*, Schw. med. Wschr. 76, 1282 (1946). [4] *М. Д. Машковский*, Фармакол. токсикол. XVI, № 5, 3 (1953). [5] *P. Готлиб*, Arch. Exp. Path. Pharm. 97, 113 (1923) (C. A. 17, 2454[6] (1923)).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXXI 1960 1

МИНЕРАЛОГИЯ

Ш. О. Амирян

К минералогии золоторудных месторождений

(Представлено акедемиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 19. I 1960)

Описываемое месторождение находится в Армянской ССР.

В геологическом строении месторождения участвуют интрузивные, эффузивные и осадочные породы Cr_2—Tr возраста. Минерализация представлена оруденелыми зонами, жилами и прожилками.

В составе руд участвуют несколько десятков минералов (табл. 1), которые отлагались в различные стадии рудного процесса. На основании взаимоотношения рудных тел, минералогического состава, структурных и текстурных взаимоотношений руд, нами на месторождении выделяется несколько стадий минерализации:

1) дорудная кварцевая
2) кварц-пирит-арсенопиритовая
3) кварц-карбонат-сульфидная (золотоносная)
4) кварц-(халцедоновидный)-карбонат-золоторудная (с Ag, Bi и Te)
5) кварц-карбонат-сульфоантимонитовая
6) кварц-карбонатовая безрудная.

Среди рудных минералов особый интерес представляют теллуриды Au, Ag, Ni, Bi, Cu, Pb, Hg.

В статье обобщены данные рентгеноструктурных, спектральных, химических анализов и микроскопических исследований. Указанными методами в рудах определены: креннерит, калаверит, сильванит, гессит, петцит, теллуровисмутит, тетрадимит, пильзенит (?), алтаит, нагиагит, мелонит, колорадоит, риккардит, вейссит и самородный теллур. Часть золота и теллуридов отлагалась в кварц-карбонат-сульфидную стадию минерализации, а основная часть в кварц (халцедоновидный)-карбонат золотоносную стадию.

Таблица 1

Минералогический состав руд описываемого месторождения

Первичные минералы				Вторичные минералы	
Рудные		Нерудные			
часто встречающиеся	редко встречающиеся	часто встречающиеся	редко встречающиеся	часто встречающиеся	редко встречающиеся
1	2	3	4	5	6
Хромит Пирит Арсенопирит Пирротин Кубанит Сфалерит Халькопирит Бл. руды Марказит Линнеит	Магнетит Ильменит Гематит Кобальтин Никелин Рутил Раммельсбергит Виоларит Геокронит	Кварц Анкерит Кальцит Халцедон Родонит Родохрозит	Барит Магнезит Доломит Сидерит	Окислы и гидроокислы железа Монтанит Скородит Ковеллин Малахит Азурит Гарниерит Кварц Опал	Медь сам. Куприт Эритрин Борнит Аннабергит Бисмит Хризопраз Диккит Брусит Керолит

Теллуриды описываемого месторождения

Название и формула минерала	R* (в %)	Δ R	Поведение при скрещенных николях	Цвет	Твердость**
1	2	3	4	5	6
Калаверит $AuTe_2$	~ 61 для желтых лучей	+ слабо	+ слабо	белый с желтоватым оттенком	Микротвердость: $H_{ср_I} = 61,2$ $H_{ср_{II}} = 92$
Креннерит (Au, Ag) Te_2	~ 51 для зеленых лучей, 57—желтых, 59—красных	+ слабо, в иммерсии повышается	Заметно (в светло-серых—желтовато-коричневых тонах)	Кремово-белый	Микротвердость: $H_{ср_I} = 36.7$ $H_{ср_{II}} = 62,5$
Сильванит $Au\ ATe_4$	43—60	+ отчетливое	+ сильно (в светло-серых, белых—коричнево-синих тонах)	Кремово-белый	H > чем у алтаита, теллуровисмутита, тетрадимита, < чем у креннерита, мелонита, калаверита
Гессит A_2Te	~ 41 для желтых лучей	+ в иммерсии	+ отчетливо (в коричневом темно-синем тоне.--)	Светло-серый с коричневым оттенком	Микротвердость: $H_{ср} \sim 37$
Петцит $(Ag, Au)_2\ Te$	~ 40 для зеленых лучей	—	—	Галенито-белый, по сравнению с гесситом голубоват.	Микротвердость: $H_{ср} \sim 51$

* R измерена фотометрическим окуляром с оптическим клином И. С. Волынского в воздухе (ИМГРЭ)

** Микротвердость измерялась на приборе ПМТ—3 (ИМГРЭ).

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Полидимит Золото Тетрадимит Теллуровисмутит (Зодит) Гессит Алтаит Нагиагит Пильзенит (?) Креннерит Антимонит Галенит	Глаукодот Миллерит Петцит Висмутин Купровисмутит Теллур самородный Леллингит Смальтин Бравоит Хлоантит Сильванит Калаверит Мелонит Станнин Буланжерит Бурнонит Колорадоит Эмплектит			Магнезит Хлорит Халькозин Непуит Халцедон Каолинит Серицит Фуксит Бисмутит Псиломелан	Сепиолит Заратит Золото Серебро Эммонсит Валентинит Сенармонтит Кермезит Хризоколла Риккардит Вейссит

Таблица 2

Отношение к реактивам	Формы выделений и другие характерные признаки	Ассоциация с другими минералами	Данные химических, спектральных*** и рентгенометрических**** анализов
7	8	9	10
HNO_3, царская водка +, $FeCl_3$ + слабо.	Пластинчатые и таблитчатые	Галенит, буланжерит, теллуриды, золото	Микроспектральными анализами: Au и Te (много), Ag, Bi, Pb и Sb (следы).
HNO_3, $FeCl_3$, KOH +.	Пластинчатые, зернистые; спайность в 2-х направлениях. При разрушении образуется Au.	Теллуриды, Au, бравоит	Спектральными и микроспектральными анализами: Au, Ag, Te (много); Bi, Hg, Sb, Pb, (следы) Cu
HNO_3, царская водка +.	Пластинчатые и призматические (двойники)	Теллуриды, Au, иногда Py, Cp, asp, Po	Микроспектральным путем установлено Au, Ag, Te.
HNO_3, $FeCl_3$, HCl, KOH +.	Зернистые агрегаты. В промежутках зерен тонкие выделения петцита и Au.	Теллуриды, Au, Py, Cp, Po, gn, бравоит	Микроспектральными анализами Ag, Te; Химическим путем Ag (много)
HNO_3, HCl, $FeCl_3$ +.	Изометрические	Теллуриды, Py, Cp, gn, Po, mrk., Au.	Микроспектральным путем: Au, Ag Te (много). Bi, Hg (следы).

*** Спектральные анализы проводились в ИГН АН АрмССР, а микроспектральные — в Лаборатории люминесцентного анализа ВСЕГЕИ.

**** Рентгенометрические анализы проводились в лабораториях ИМГРЭ и ИГН АН АрмССР.

1	2	3	4	5	6
Алтаит PbTe	~ 60 для желтых	—	—	Белый с нежным зеленоватым оттенком	$H_{ср} = 54,5$
Нагиагит Au(Pb, Sb, Fe)$_6$ (Te, S)$_{11}$	~ 42	+ слабо	+ слабо (в серых тонах)	Светло-серый	$H_{ср} = 106,0$ $H^{I}_{ср_{II}} = 118,5$
Колорадоит AH Te	~ 38 для желтых лучей	—	—	Серый с коричневым оттенком; с гесситом розово-корич.	$H_{ср} \sim 59$
Теллуровисмутит Bi_2Te_3	~ 53 для зеленых лучей 55 — желтых и красных.	+ слабо	+ отчетливо (в серовато-голубых — желтовато-коричневых тонах)	Кремово-белый с розовым оттенком. В срастании с алтаитом розовый.	$H_{ср_I} = 46,3$ $H_{ср_{II}} = 60,2$
Тетрадимит Bi_2Te_2S	~ 52 для желтых лучей	+ слабо (в иммерсии)	+ слабо (в светлых — темно-серых тонах)	Белый, незначительно кремовый, с теллуровисмутитом, серо-зеленоватый	$H_{ср_I} = 54,8$ $H_{ср_{II}} = 40,4$
Пильзенит (верлит) ? Bi_3Te_2 или $Bi_{2+x}Te_{3-x}$	~ 47 для желтых лучей	+ слабо	+ заметно (в серо-голубых — коричневыхх тонах)	Белый с розовым оттенком	$H_{ср_I} = 65,4$ $H_{ср_{II}} = 73,2$
Мелонит $NiTe_2$	56 для желтых лучей	+ заметное (в розовых тонах)	Отчетливо (в светло-желтых, коричнево—фиолетовых тонах)	Кремово-розовы	$H_{ср_I} = 86,6$ $H_{ср_{II}} = 161,0$
Риккардит Cu_4Te_3	Не измерено. > R сфалерита, < R бл. руды	Сильно (в красных, фиолетово-серых тонах)	+ сильно (в желтых — коричнево-красных тонах)	Пятнистый, пурпурно-красный серо-фиолетовый, оранжевый	Низкая
Вейссит Cu_5Te_3 или Cu_2Te	Не измерено. R > R сфалерита, ~R бл. руды	+ слабо	+ заметно (в голубых тонах)	Светло-серый с голубоватым оттенком	Низкая
Самородный теллур Te	R близок R теллуровисмутита (~ 56)	+ заметно	+ Сильно (в светлых светло-коричневых-серых тонах)	Кремово-белый с желтым оттенком	H > H теллуровисмутита, тетрадимита, гессита

Продолжение таблицы 2

7	8	9	10
HNO_3 и HCl +	Изометрические зерна, зернистые агрегаты	Теллуриды, бурнонит, галенит, буланжерит, Py, asp, cp, Sl, Po, Au.	Микрохимия на Pb и Te + ; Микроспектральными анализами Pb, Te (много)
HNO_3 + (медленно)	Пластинчатые, иногда изогнутые с прямоугольными очертаниями. Паркетообразные двойники.	Теллуриды, Py, asp бурнонит gn, буланжерит, Po, бравоит, Au	Микрохимия на Pb, Sb, Fe и Te + ; Микроспектральным путем: Pb, Au, Sb, Bi, Fe, Te.
HNO_3, FeCl + царская водка +	Изометрические, без внутренних рефлексов	Теллуриды, золото	Микроспектральным и спектральным путем: Hg и Te.
HNO_3, $FeCl_3$ +	Листоватые, пластинчатые, по спайности и краям развивается тетрадимит	Теллуриды, Au, Py, Cp, Sl, asp.	Микрохимия на Bi и Te+; спектральными анализами: Bi, Te рентгенометрически +;
HNO_3, $FeCl_3$ +	Пластинчатые, листоватые. Спайность совершенная	Теллуриды, Au. Иногда сульфиды.	Микрохимия на Bi, Te и S + ; рентгенометрически группа теллуровисмутита.
HNO_3, HCl, $FeCl_3$ +	Неправильные, пластинчатые	Теллуриды, золото.	Микроспектральным путем установлены: Ag, Bi, Te (много), Sb, Pb, As, Ni (следы)
HNO_3, $FeCl_3$ + HCl (слабо)	Короткопризматические листоватые: призматические выделения расположены под углом друг относительно друга	Теллуриды, золото, бравоит	Микрохимия на Ni и Te + рентгенометрически + спектральными анализами Ni и Te.
HCl, KCN и $FeCl_3$ +	Мелкие изометрические зерна	Теллуриды, Au, Cp, Py, вторичные по теллуридам, халькопириту, пириту.	Микрохимия на Te и Cu+; Микроспектральным путем установлены: Cu, Te, Fe.
Почти все реактивы +	Мелкие неправильной формы	Теллуриды, Au, пирит, халькопирит, вторичные по Py и Cp.	Микрохимия на Cu и Te положительна. Микроспектральными анализами Cu, Te и Fe.
HNO_3, $FeCl_3$, $HgCl_2$ +	Тонкозернистые агрегаты, самостоятельные зерна удлиненной формы, спайность в одном направлении	Теллуриды, блеклые руды, буланжерит, бурнонит, gn.	Микрохимия на Te +; Спектральными анализами Te.

В табл. 2 приводится описание всех теллуридов впервые, за исключением теллуровисмутита*. Мелонит, петцит, калаверит, креннерит, сильванит, пильзенит (?), колорадоит, вейссит в Зодских рудах впервые установлены автором**.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Շ. Հ. ԱՄԻՐՅԱՆ

Ոսկու հանքավայրերից մեկի միներալոգիայի շուրջը

Հանքավայրի երկրաբանական կառուցվածքում մասնակցում են կավճի և երրորդական հասակի ինտրուզիվ, հրաբխածին և նստվածքային ապարները: Հանքայնացումը ներկայացված է գոնաներով, երակներով և երակիկներով:

Հանքանյութի կազմում մասնակցում են մի քանի տասնյակ միներալներ, որոնցից առանձնահատուկ նշանակություն ունեն Au, Ag, Cu, Bi, Ph, Ni, Hg-ի տելուրիդները: Հղինակի կողմից հանքավայրում առանձնացվում է հանքայնացման վեց ստադիա՝

1) մինչ հանքային կվարցային.

2) կվարց-պիրիտ-արսենոպիրիտային.

3) կվարց-կարբոնատ-սուլֆիդային (ոսկերը).

4) կվարց (խալցեդոնանման) կարբոնատ-ոսկու (Bi և Te հետ).

5) կվարց-կարբոնատ-ուլֆոանտիմոնիտային.

6) կվարց-կարբոնատ—ոչ հանքային:

Տելուրիդների նկարագրվող խումբը, գլխավորապես հանդես է գալիս չորրորդ ստադիայում և մասամբ էլ՝ երրորդում:

Հոդվածում ամփոփված են քիմիական, սպեկտրալ, միկրոսպկոպրալ, ռենտգենոմանրիական անալիզների և միկրոսկոպիկական ուսումնասիրությունների տվյալները (աղյուսակ № 2): Նշված մեթոդներով հեղինակի կողմից որոշված և բերված է հետևյալ տելուրիդների՝ ալթաիտի, մելոնիտի, կրենների տի, սիլվանիտի, կալավերիտի, պետցիտի, հեսիտի, նագիագիտի, ռիկարդիտի, վեյսիտի, կոլորադոիտի, տելլուրոբիսմուտիտի, տետրադիմիտի, բնածին տելլուրի և պիլսենիտի (?) նկարագրությունները:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *И. С. Волынский*, Определение рудных минералов под микроскопом, т. 3. Госгеолиздат, М., 1939. [2] *М. Н. Шорт*. Микроскопическое определение рудных минералов, перевод с англ., ОНТИ, 1934. [3] *P. Ramdohr*, Die Erzmineralien und ihre Verwachsungen, Berlin, 1955. [4] *W. Uytenbogaardt*, Tables for microscopic identification of ore minerals. Princetion New Yersey, 1951. [5] *R. M. Tompson*, The telluride minerals and their occurence in Canade. The American Mineralogist, Vol. 34, May-June, 1949.

---

* Этот минерал впервые был определен И. Г. Магакьяном как стибио-теллуровисмутит, детально описан и назван „Зодитом" (И. Г. Магакьян, Стибио-теллуровисмутит Зодского золоторудного месторождения, Басаргечарский район АрмССР ДАН АрмССР, т. XXIII, № 5, 1956).

** О наличии тетрадимита, алтаита, гессита, нагиагита, риккардита, самородного теллура в рудах упомянуто в статье Т. А. Твалчрелидзе, Золото-висмут-теллуровая ассоциация Дамблудского и Зодского месторождений, Сборник трудов КИМС-а, 1959.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXXI 1960 1

СТРАТИГРАФИЯ

К. А. Мкртчян

Новые данные о верхнеэоценовом возрасте трансгрессивной свиты лорийского синклинория Армянской ССР

(Представлено чл.-корресп. АН Армянской ССР А. А. Габриеляном 6.XI 1959)

В последние годы в крупных палеогеновых синклинориях Армении рядом исследователей выделяется новая трансгрессивная свита, в большинстве случаев на основании стратиграфического ее положения относимая к верхнему эоцену [1, 2, 3].

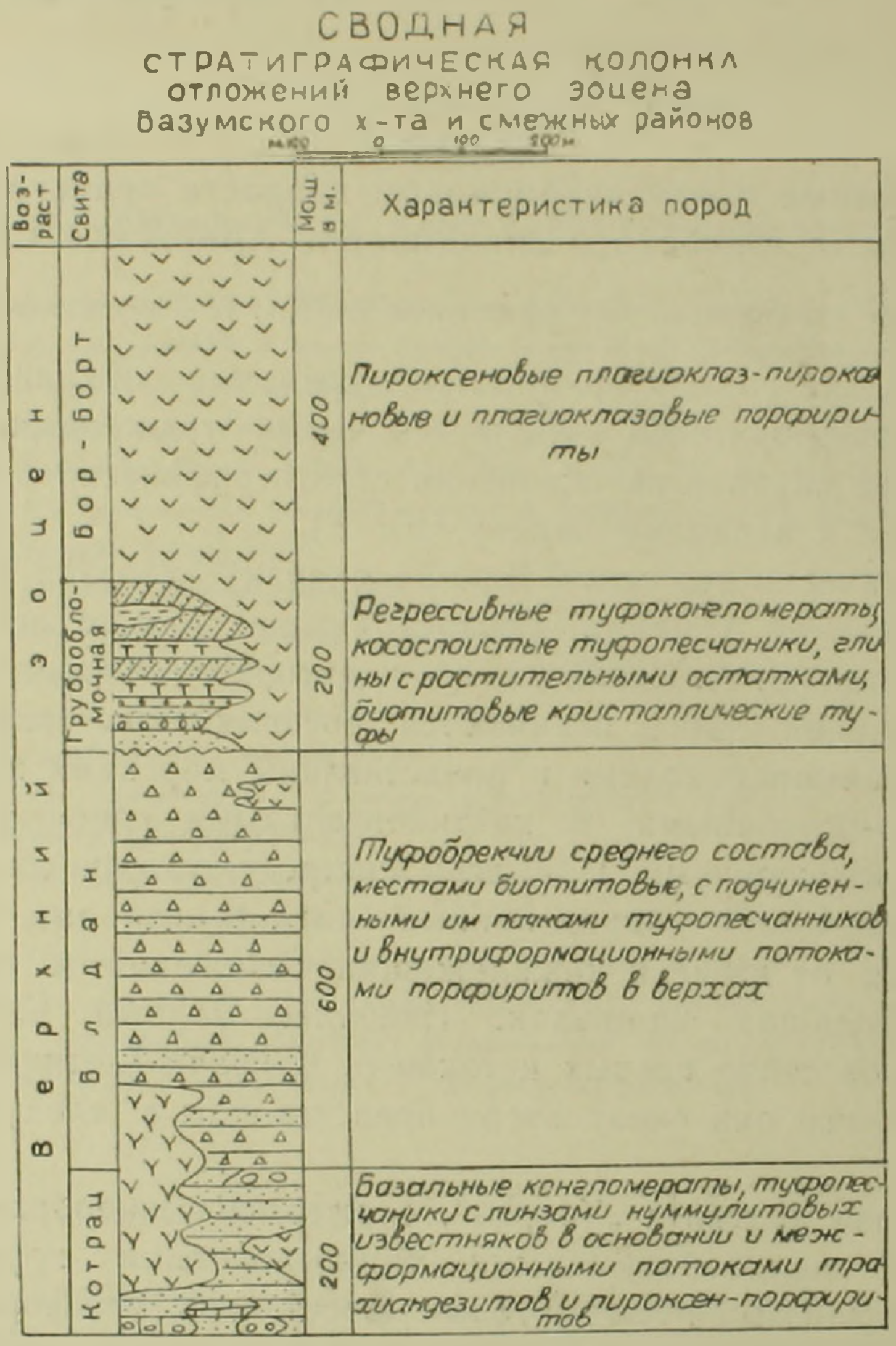
Фаунистически эта свита хорошо охарактеризована в Даралагезе [3]. В Центральной Армении (Севанская зона) возраст ее аргументирован в работах О. А. Саркисяна [2] и автора [1]. Фации верхнеэоценовых отложений здесь отличаются чрезвычайным разнообразием, сложными взаимопереходами и представлены морскими прибрежными вулканогенно-осадочными и континентальными озерными и вулканогенными отложениями. При всей пестроте указанных отложений все же намечаются определенные лито-фациальные комплексы, отличающиеся от выше и нижележащих отложений и выдерживающиеся на больших площадях. Наиболее полный разрез их наблюдается в бассейне правых истоков р. Чанахчи (летники Сосни-урт г. Бор-Борг), где они снизу вверх представлены в следующем виде (фиг. 1).

1. Нижняя подсвита „Котрац", сложенная разнообразными туфопесчаниками, мелкообломочными тонкослоистыми туфобрекчиями, прослоями и линзами нуммулитовых известняков, межформационными потоками пироксеновых порфиритов и санидиновых трахиандезитов, с базальными конгломератами в основании. Мощность подсвиты: 250—300 *м*.

2. Средняя подсвита „Блдан", сложенная довольно однообразными туфобрекчиями среднего состава, биотитовыми и агломератовыми туфобрекчиями, биотитовыми „туфолавами" (палеоингнимбриты типа артикских „туфолав") с подчиненными им пачками туфопесчаников и внутриформационными потоками порфиритов в верхах. Мощность подсвиты 400—600 *м*.

3. Верхняя подсвита „Бор-Борг", сложенная темно-серыми, коричневато-серыми пироксеновыми, плагиоклазовыми порфиритами, часто с кавернами, заполненными цеолитами, санидиновыми трахиан-

дезитами и др. В низах подсвиты выделяется характерная, но локально развитая пачка „грубообломочная", сложенная регрессивными туфоконгломератами, косослоистыми туфопесчаниками, глинистыми и углистыми сланцами с растительными остатками, с двумя горизонтами биотитовых кристаллических туфов (палеотипы туфов ереванского типа). Мощность подсвиты в целом 600 *м*.



Фиг. 1.

Любопытно, что обильное содержание биотита в некоторых горизонтах пирокластических и др. образований верхнего эоцена является характерной особенностью регионального порядка (таковое отмечено также для вулканогенно-обломочных образований верхнего эоцена Аджаро-Триалетии ([5])) и в известном смысле может служить возрастным критерием.

Регрессивной „грубообломочной" пачкой отмечается переход морского режима осадконакопления в континентальный вследствие превышения темпов осадконакопления над темпами прогибаний.

Для более точного определения возраста описываемой свиты помимо приведенных ранее аргументов ([1, 2]) важное значение имеют фаунистические данные. Собранная нами фауна целиком происходит из нижней части свиты (подсвита „Котрац"), послойный разрез которой в верховьях р. Чанахчи, у летника „Сосни-урт" сел. Туманян снизу вверх представлен следующим образом.

1. Над размытой поверхностью фиолетовых кератофиров верхней свиты среднего эоцена залегает базальный слой грязно-фиолетовых грубых туфопесчаников, представляющих смешанное образование продуктов разрушения и переотложения пород свиты кератофиров и туфогенного материала—10 *м*.

2. Тонкопереслаивающиеся ярко-зеленые и голубоватые слабоцементированные туфопесчаники—6,0 *м*.

3. Грязно-серые с зеленоватым оттенком, грубые, слегка известковистые туфопесчаники с редкой пелециподовой фауной—1,5 *м*.

4. Светло-зеленые, средне- и крупнозернистые слабо уплотненные туфопесчаники—1,0 *м*.

5. Грязно-серые, с зеленоватым оттенком, грубозернистые известковистые туфопесчаники с массовым скоплением пелециподовой фауны—3,0 *м*.

6. Тонкопересланвающиеся темно-зеленые, желтовато-зеленые туфопесчаники с пелециподовой и редкой нуммулитовой фауной—4,5 *м*.

7. Фиолетовые, плотносцементированные известковистые туфопесчаники, у зальбандов гравелистые—0,5 *м*.

8. Песчанистые плотные, белесоватые известняки с нуммулитовой и редкой пелециподовой фауной—4,0 *м*.

9. Серо-зеленоватые песчанистые нуммулитовые известняки 1,7 *м*.

10. Темно-бурые до черного цвета песчанистые сланцы—0,3 *м*.

11. Белесоватый нуммулитовый известняк—1,0 *м*.

12. Плотные грубозернистые известковистые туфопесчаники—0,3 *м*.

13. Грязно-зеленоватые песчанистые нуммулитовые известняки—1,0 *м*.

14. Желтоватые слабосцементированные туфопесчаники—1,5 *м*.

15. Белесоватые плотные песчанистые нуммулитовые известняки—2,0 *м*.

16. Пересланвающиеся грубые туфопесчаники, песчанистые сланцы, шаровые туфопесчаники—3,0 *м*.

17. Грязно-зеленоватые рыхлые туфопесчаники—8,0 *м*.

18. Желтоватые рыхлые грубые туфопесчаники—4,0 *м*.

Верхняя часть разреза туфопесчанистых отложений подсвиты „Котрац", выведенной мощностью 25- 30 *м*, не обнажается. Далее следует:

19. Грубообломочные темно-серые туфобрекчии—30 *м*.

20. Темно-серые пироксеновые порфириты—50.

Среди нуммулитов из наших сборов А. Е. Птухяном определены: Nummulites perforatus de Montf. и N. incrassatus de la Harpe. Среди пелециподовой фауны П. М. Асланяном при консультации И. А. Коробкова определены: Chlamus subdiscorss d'Arch., Chl. biaritzensis d'Arch., Chl. biaritzensis d'Arch. var. subtripartita d'Arch., Crassatella fashsi Slodk., Cr. ex gr. plumbea Chemnitz. Кроме того, в шлифах из массивных нуммулитовых известняков обнаружена обильная микрофауна, среди которой Н. А. Саакян определены: Rotalia ex gr. lithothamnica Uhlig, Globorotalia armenia Sahakian, G. crassaeformis, Bifirina valvulineria, Globigerina, Radiolaria, Asterigerina, Bolivina, Textularia, Nodosaria, Giroidina, Ammodiscus, Discocyclina, которые в совокупности указывают на слои—переходные между средним и верхним

эоценом (оверзский ярус в понимании Буссака), которые в силу их геологического положения (основание новой трансгрессивной свиты) должны быть отнесены к верхнему эоцену. Такой вывод находится в полном согласии с данными по другим районам Армении ([3,6]). О верхнем возрастном пределе свиты в связи с отсутствием фаунистических данных можно судить лишь косвенными данными, в частности можно предполагать наличие здесь нижних горизонтов олигоцена. Указанному выводу не противоречат как региональные данные ([5]) так и данные о возрасте вышележащей ингрессивной Дилижанской свиты.

Управление геологии и охраны недр при
Совете Министров Армянской ССР

Կ. Հ. ՄԿՐՏՉՅԱՆ

Նոր տվյալներ Լոռու սինկլինորիումի տրանսգրեսիվ շերտախմբի վերին էոցենյան հասակի մասին

Լոռու սինկլինորիումի և նրան հարակից շրջաններում լայն տարածում ունեցող հրաբխածին տրանսգրեսիվ շերտախումբը կազմված է միմյանց հետ բարդ ֆացիալ փոխանցումներ ունեցող հիմնային տուֆոգլաքարերից, տուֆոավազաքարերից, նրանց ենթակա նումուլիտային կրաքարերից, տուֆոբեկորային ապարներից, որոնց կազմում առանձնացվում են բիոտիտով շատ հարուստ տարբերակներ, այդ թվում՝ բիոտիտային «տուֆոլավաներ» և տուֆեր, հիմքային և որոշ ալկալայնություն ունեցող լավաներից: Շերտախմբի մոտավորապես միջին մասում լոկալ տարածում ունի, այսպես կոչված «խոշորաբեկոր» ենթահատվածքը, որը նշում է նստվածքների կուտակման ծովային ռեժիմի փոխարինումը ցամաքայինով:

Շերտախմբի հիմքից հավաքած նումուլիտների և թերթախռիկավորների բրածո մնացորդները, այլ տվյալների հետ միասին, թույլ են տալիս շերտախմբի հասակը որոշել որպես վերին էոցեն, որը իր վերին մասում կարող է պարունակել ստորին օլիգոցենի որոշ հորիզոններ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. Т Вегуни, К. А. Мкртчян*, О верхнеэоценовой трансгрессии в Армении, Тр. УГиОН при СМ АрмССР, № 2, Ереван, 1959. [2] *О. А. Саркисян*, Изв. АН АрмССР, (сер. геол. и геогр. наук), т. XI, № 4, (1958). [3] *А. Т. Вегуни, А. Е. Птухян*, Опыт расчленения верхнеэоценовых отложений бассейна р. Арпа по нуммулитам, Тр. УГиОН при СМ АрмССР, № 2, Ереван, 1959. [4] *Б. Ф. Мефферт*, Эоценовая фауна из Даралагеза в Армении, 1931. [5] *П. Д. Гамкрелидзе*, Геологическое строение Аджаро-Триалетской складчатой системы. Изд. АН ГрузССР, Тбилиси, 1949. [6] *А. А. Габриелян*, ДАН АрмССР, т. XXV, № 3 (1957).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXXI 1960 1

СТРАТИГРАФИЯ

А. Е. Назарян

Новые данные о возрасте алевролитовых пород Раздан ского района Армянской ССР

(Представлено чл.-корресп. АН Армянской ССР А. А. Габриеляном 23. I 1960)

В стратиграфическом разрезе Цахкуняцского хребта отложения верхнего мела перекрываются свитой алевролитовых пород, представленных, в основном, туфогенными алевролитами, мергелистыми известняками, мергелями с прослойками маломощных плотных песчанистых известняков и известковистых песчаников.

Раньше считали, что породы этой алевролитовой свиты постепенными переходами связаны с подстилающими красными известняками сенона и на этом основании возраст указанной свиты определяли как маастрихтский [1–3].

Наши исследования показали, что породы алевролитовой свиты залегают трансгрессивно на разных горизонтах отложений верхнего мела и содержат нуммулитовую фауну нижнеэоценового возраста.

Породы алевролитовой свиты в Цахкуняцском хребте обнажаются на правом берегу р. Раздан, в районах сс. Макраван, Агпара, Кахси и далее отдельными выходами севернее села Солак, где они прослеживаются от южного края с. Макраван в юго-западном направлении через Агпара до с. Кахси.

Наилучшие разрезы данной свиты обнажаются в районе села Агпара и севернее села Кахси, где трансгрессивное и несогласное налегание пород алевролитовой свиты на более древние отложения наблюдается наиболее отчетливо. Приводим описание указанных двух разрезов снизу вверх.

Агпаринский разрез

1. Базальные конгломераты, которые трансгрессивно и с угловым несогласием залегают над красными известняками верхнего мела. Гальки конгломератов содержат обломки древних метаморфических и интрузивных пород, а также обломки красных известняков верхнего мела. Цементом является алевритистый мергель. Мощность . . . . . 30—35 м
2. Темно-серые туфогенные песчаники, песчанистые мергелы . . . . . 3 м
3. Пласт песчанистых, светло-серых мергелистых известняков . . . . . 0,5 м
4. Туфогенные, серые песчаники . . . . . 4 м
5. Темно-серые туфогенные алевролиты . . . . . 5 м

6. Светло-серые, плотные, известковистые песчаники . . . . . 3 м
7. Прослойки туфогенных, темно-серых алевролитов . . . . . 0,75 м
8. Прослойки песчанистых известняков светло-серого цвета . . . . . 0,2 м
9. Темно-серые, темные туфогенные алевролиты . . . . . 4 м
10. Светло-серые туфогенные песчаники . . . . . 1 м
11. Темно-серые, бурые туфогенные алевролиты . . . . . 3 м
12. Мелкозернистые, серые туфогенные песчаники, среди которых наблюдаются шарообразные отдельности . . . . . 10 м
13. Серые туфогенные алевролиты которые прорываются дайкой порфиритового состава северо-восточного простирания. . . . . 4 м
14. Мелкозернистые, серые туфогенные песчаники . . . . . 2 м
15. Темные туфогенные алевролиты . . . . . 3 м
16. Порфириты, по составу и внешним признакам сходные с порфиритами вышеуказанной дайки . . . . . 10 м
17. Туфопесчаники серого цвета . . . . . 2 м
18. Туфогенные, темно-серые алевролиты . . . . . 5 м
19. Серые мелкозернистые туфогенные песчаники . . . . . 2 м
20. Темные туфогенные алевролиты . . . . . 1 м
21. Пласт песчанистых известняков светло-серого цвета . . . . . 0,2 м
22. Пласт алевролитов темно серого, бурого цвета . . . . . 0,5 м
23. Серые туфогенные известковистые песчаники . . . . . 0,3 м
24. Темно-серые, почти черные туфогенные алевролиты . . . . . 3 м
25. Мелкозернистые, плотные, серые известковистые песчаники, из которых мною и В. А. Аветисяном впервые собрана фауна нуммулитов, среди которых А. А. Габриелляном и С. М. Григорян определены следующие характерные для нижнего эоцена формы: Nummulites planulatus Lam., Num. globulus Leym. (A), Num. atacicus Leym. (A). Мощность известковистых песчаников . . . . . 3 м
26. Темно-серые туфогенные алевролиты . . . . . 10 м
27. Туфогенные, мелкозернистые, серые песчаники . . . . . 2 м
28. Туфогенные, темные алевролиты . . . . . 2,5 м
29. Мергелистые, желтые известняки . . . . . 2 м
30. Пласт порфиритов серого цвета . . . . . 3 м
31. Серые туфогенные песчаники . . . . . 1 м
32. Пласт туфогенных темно серых алевролитов . . . . . 1 м
33. Разрез венчается пачкой, мощностью около 40 м темносерых, плотных мергелистых известняков и желтых кирпично-желтых, иногда серых мергелей, которые покрываются современными делювиальными отложениями.

Кахсинский разрез

1. В основании разреза обнажаются мелкозернистые, серые, туфогенные песчаники, которые чаще переслаиваются маломощными прослойками туфогенных алевролитов. Видимая мощность этой пачки достигает . . . . . 50 м
2. Темно-серые туфогенные алевролиты . . . . . 5 м
3. Пачка известковистых, плотных, серых песчаников . . . . . 2 м
4. Темно-серые, почти черные туфогенные алевролиты . . . . . 3 м
5. Пласт мергелистых песчаников . . . . . 2 м
6. Пачки темно-серых, туфогенных алевролитов . . . . . 3,5 м
7. Довольно мощная пачка песчанистых известняков, известковистых песчаников серого цвета . . . . . 35 м
8. Темно-серые туфогенные алевролиты . . . . . 3 м
9. Давольно мощная пачка пород, представленная чередующимися известковистыми мергелями, известковистыми песчаниками и туфогенными алевролитами. Мощность отдельных слоев колеблется от 15 см до 1.5 м. В

известковистых песчаниках нами собрана нуммулитовая фауна, характеризующая возраст этих пород как нижний эоцен. Общая мощность этой пачки . . . . . 65—70 м

10. Выше по разрезу нижнеэоценовые породы трансгрессивно и с угловым несогласием перекрываются трахиандезитовой толщей плиоценового возраста.

Породы описанных разрезов в районах сс. Макраван, Агпара и Кахси образуют отчетливо выраженную синклинальную структуру, имеющую северо-западное простирание и осложненную несколькими мелкими антиклинальными и синклинальными складками того же простирания.

Таким образом, приведенные новые данные доказывают нижнеэоценовый возраст отложений алевролитовой свиты Цахкунятского кристаллического массива. По своему стратиграфическому положению и составу фауны, описанная свита соответствует нижнеэоценовым известнякам бассейна р. Веди и Севанского хребта ([4, 5]).

Ереванский государственный
университет

Ա· Ե· ՆԱԶԱՐՅԱՆ

Նոր տվյալներ Հայկական ՍՍՌ Հրազդանի ջրջանի ալեվրոլիտային ապարների հասակի մասին

Մախկունյանց լեռնաշղթայի ստրատիգրաֆիական կտրվածքում, վերին կավճի ապարների ծածկվում են ալևրոլիտային ապարների մի շերտախմբով, որը ներկայացված է հիմնականում տուֆոգեն ալևրոլիտներով, մերգելային կրաքարերով և մերգելներով։ Ալևրոլիտային ապարների այդ շերտախումբը պարունակում է իր մեջ չափազանց ամուր, մոխրագույն գույնի, փոքր հաստության ավազաքարային կրաքարերի և կրաքարային ավազաքարերի բազմաթիվ կրկնվող ննթաշերտեր։

Հիշատակված շերտախմբի ապարները մերկանում են Մախկունյանց լեռնաշղթայի հարավ-արևելյան մասի, Հրազդան գետի աջ ափում գտնվող, Մաքրավան, Ագփարա, Քախսի գյուղերի շրջաններում և առանձին ելքով Սոլակ գյուղից հյուսիս։ Նրանք սկսած Մաքրավան գյուղի հարավային մասից, նեղ գոտով ձգվում են հարավ-արևմտյան ուղղությամբ Ագփարա գյուղով մինչև Քախսի գյուղը։

Առաջներում հաշվում էին, որ ալևրոլիտային շերտախմբի ապարները, աստիճանական անցումով կապված են իրենց կողմից ծածկվող սենոնի կարմրագույն կրաքարերի հետ, և հիմք ընդունելով ստրատիգրաֆիական այդպիսի փոխհարաբերությունը նրանց հասակը վերագրում էին վերին կավճի մաստրիխտ հարկին [1, 2, 3]։

Այդ տեղամասում, մեր մանրակրկիտ ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ ալևրոլիտային շերտախումբը, ոչ թե աստիճանական անցումով է կապված սենոնի հասակի կարմրագույն կրաքարերի հետ, այլ տեղադրված է նրանց տարբեր հորիզոնների վրա տրանսգրեսիվ կերպով և իրեն հիմքում ունի հիմնային կոնգլոմերատների բավական հաստ շերտ, ավելի հին հասակի ապարների բեկորների պարունակությամբ։

Մաքրավան, Ագփարա և Քախսի գյուղերի շրջանում ալևրոլիտային շերտախմբի ապարները կազմում են որոշակիորեն արտահայտված սինկլինալային մի ստրուկտուրա հյուսիս-արևմտյան տարածումով, որը բարդացված է նույն տարածում ունեցող մի քանի անտիկլինալային և սինկլինալային ծալքերով։

Ալևրոլիտային շերտախմբի համեմատականորեն լավ կտրվածքները մերկանում են Ագփարա գյուղից արևելք և Քախսի գյուղից հյուսիս ընկած տեղամասերում, ուր

որոշակիորեն դիտվում է այդ շերտախմբի աններդաշնակ և տրանսգրեսիվ տեղադրումն ավելի հին հասակի նստվածքների վրա։ Բացի դրանից ալեվրոլիտային ապարների շերտախմբի մեջ գտնվող ավազաքարային-կրաքարերի և կրաքարային-ավազաքարերի ենթաշերտերի միջից, մեր և Վ. Ա. Ավետիսյանի կողմից առաջին անգամ հավաքված նումուլիտային ֆաունան, կրկին անգամ հիմք ծառայեց մեզ համար, չվերագրելու այդ շերտախմբին վերին կավճի մաաստրիխտի հարկին։

Հավաքված ֆաունայի ուսումնասիրությունը կատարել են պրոֆեսոր Ա. Հ. Գաբրիելյանը և Ս. Մ. Գրիգորյանը, որոնք որոշել են հետևյալ ձևերը, բնորոշ ներքին էոցենի հասակի համար Nummulites planulatus Lam; Num. globulus Leym (A); Num. atacicus Leym (A)։

Այսպիսով վերև հիշատակված նոր տվյալները ապացուցում են, որ Ծաղկունյանց լեռնաշղթայի հարավ-արևելյան մասում մերկացող ալեվրոլիտային շերտախմբի ապարները ունեն ստորին էոցենյան հասակ և կապված են իրենցից ներքև գտնվող ապարների հետ երկրաբանական ընդմիջումով։ Իրենց ստրատիգրաֆիական դիրքով և պարունակած ֆաունայի կազմով, նկարագրվող շերտախումբը համապատասխանում է Վեդի գետի ավազանի և Սևանի լեռնաշղթայի ստորին էոցենյան կրաքարերին [4, 5]։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *В. Н. Котляр*, Памбак. Геология, интрузивы и металлогения. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1958. [2] *К. Н. Паффенгольц*, Геология Армении (на армянском языке с русским резюме), 1946. [3] *А. Т. Асланян*, Региональная геология Армении, Ереван, 1958. [4] *А. А. Габриелян*, Изв. АН АрмССР (серия геол. и геогр. наук), т. XI, № 2 (1958). [5] *О. А. Саркисян*, ДАН АрмССР, т. XXIX, № 3 (1959).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XXXI 1960 1

ФИЗИОЛОГИЯ

Г. Е. Григорян

К морфофункциональной организации задних столбов спинного мозга

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. К. Карапетяном 29. XII 1959)

В литературе, посвященной проблеме морфофизиологической структуры проводящих путей спинного мозга, имеются отдельные указания на то, что деструкция дорсальных канатиков у животных приводит к различной интенсивности нарушения сенсомоторных и условнорефлекторных функций в зависимости от области повреждения туловищного мозга.

Так, было обнаружено ([1–3]), что при хирургической травме пучков Голля и Бурдаха на уровне шейных сегментов нарушается локомоторная функция преимущественно передних конечностей, тогда как локомоторная функция задних конечностей нарушается в значительно меньшей степени.

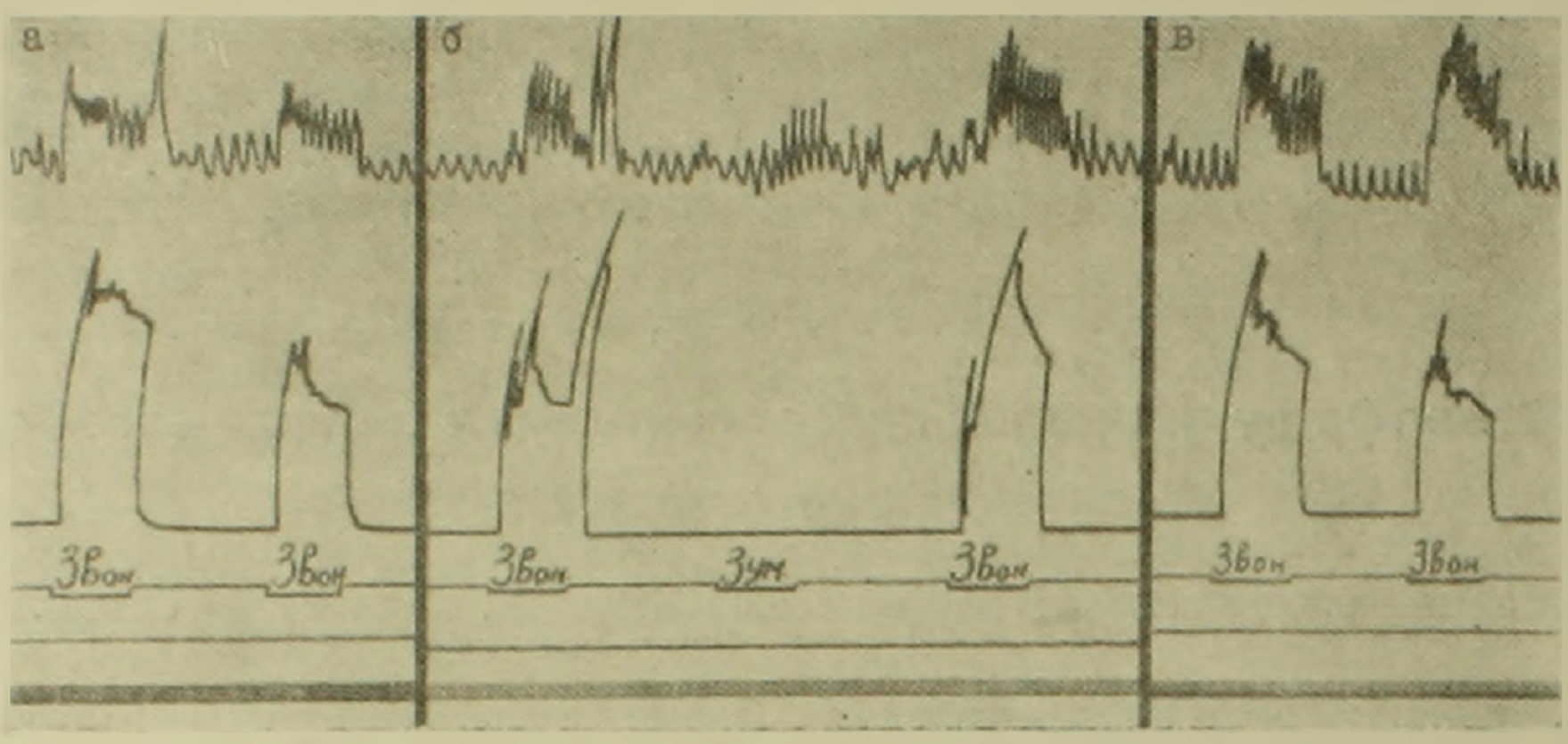
Возникает вопрос, какова удельная роль „нежных" и „клиновидных" пучков различных сегментов грудного отдела спинного мозга по отношению к функциональной деятельности задних конечностей?

Для разрешения этой задачи мы пользовались методом повторной экстирпации задних столбов. Суть этого приема заключалась в том, что после первой спинальной операции, спустя некоторое время, производилась аналогичная операция выше или ниже первоначальной. Удаление задних столбов спинного мозга производилось по ранее описанному способу ([4]). В качестве экспериментального объекта служили собаки (в количестве—9) различного возраста, у которых по щадящей методике ([5,6]) исследовались условнодвигательные тонические рефлексы с задних конечностей. После завершения функциональных экспериментов спинной мозг каждого подопытного животного подвергался контрольной гистоморфологической обработке.

Ввиду однотипности полученных результатов в качестве иллюстрации приведем 2 примера.

У собаки № 16 в возрасте 2—3 лет выработка двигательных условных рефлексов производилась с левой задней конечности. Первая положительная реакция со стороны конечности появилась на четвертом сочетании „звонка" с электрическим раздражением кожи лапы.

Тонический компонент появился на 25—30 сочетании. Упрочение условной тонической реакции наступило на 45—50 сочетании. Дифференцировка оказалась „нулевой" с первого же применения зуммера (фиг. 1а).



Фиг. 1. Собака № 16, электрооборонительные двигательные условные рефлексы; а—до экстирпации задних столбов спинного мозга; б—на 5 день после первой спинальной операции; в—на 3 день после второй спинальной операции.
Обозначения сверху вниз: пневмограмма, запись движения задней конечности, отметка условного раздражения, отметка безусловного раздражения, отметка времени в секундах.

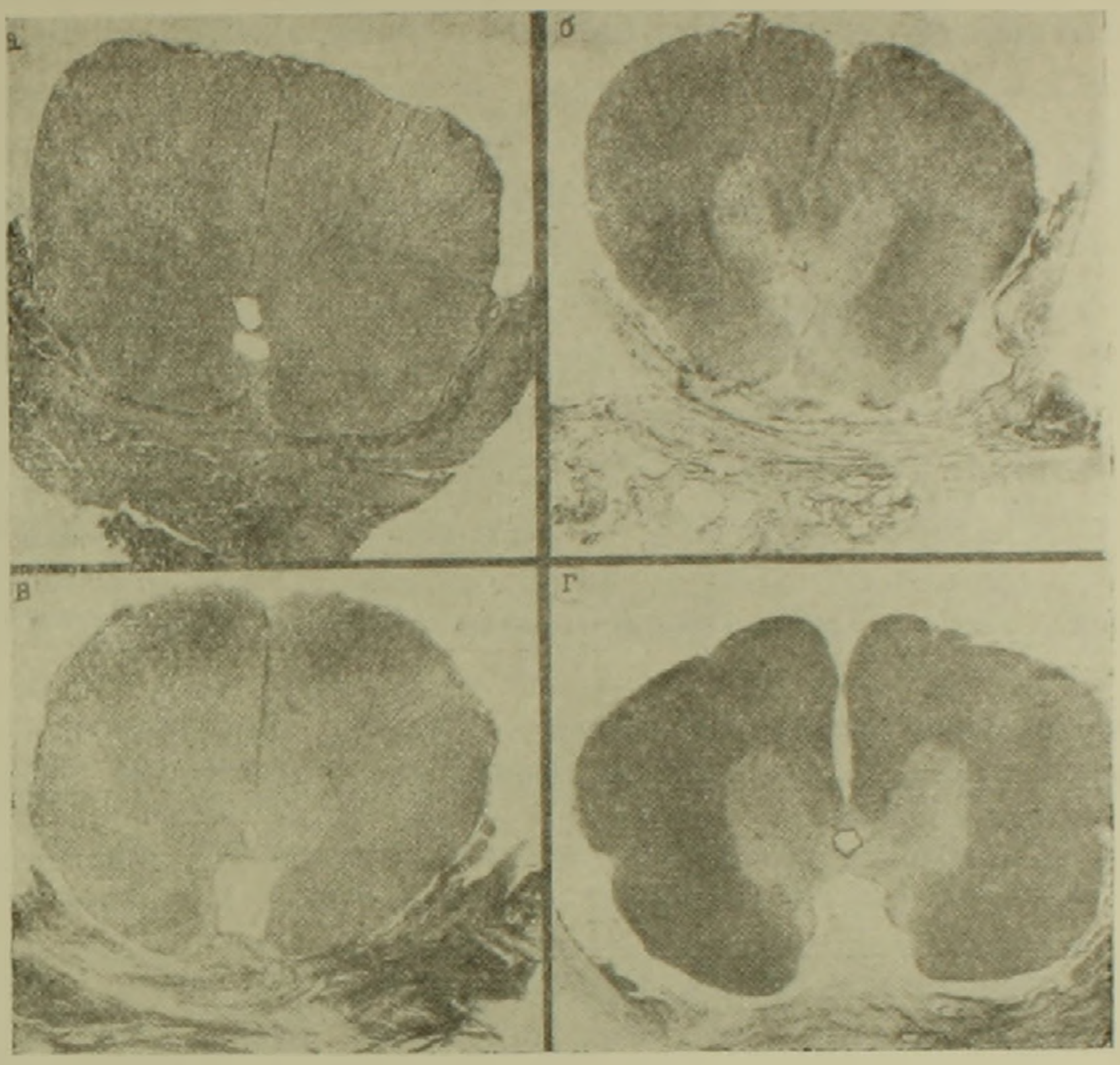
19.2.57 г. были экстирпированы задние столбы спинного мозга в области Th 8—9 позвонков на протяжении 20 *мм*. Спустя 5 дней после операции на первом же опыте условный положительный рефлекс оказался налицо. Однако форма его проявления претерпевала характерные изменения: на условный сигнал животное дергало лапой (фазическая реакция) после которого сгибало ногу и держало ее согнутой (тонический компонент (фиг. 1б)).

Спустя 2 недели после первой спинальной операции 5.3.57 г. было произведено повторное удаление дорсальных канатиков в области Th 3—4 позвонков на протяжении 20 *мм*. На третий день после второй операции в первом же опыте был зафиксирован положительный условный тонический рефлекс (фиг. 1в).

Таким образом, первичное повреждение задних столбов спинного мозга в области нижних грудных сегментов хотя и не приводит к выпадению локального двигательного условного рефлекса, но ослабляет, в некоторой степени, тонический компонент последнего. Однако со временем, применяя определенное количество сочетаний, снова появляется тоническая форма двигательного условного рефлекса. Повторное удаление пучков Голля и Бурдаха выше первоначальной операции на 4—5 позвонков не приводит к дополнительному нарушению тонического компонента двигательного условного рефлекса.

Послесмертное гистологическое исследование поврежденных участков спинного мозга животного показало, что операцией пол-

ностью и локально были экстирпированы задние столбы на всем протяжении операционного поля. Место удаленной ткани было заполнено рубцовой тканью (фиг. 2а, б).

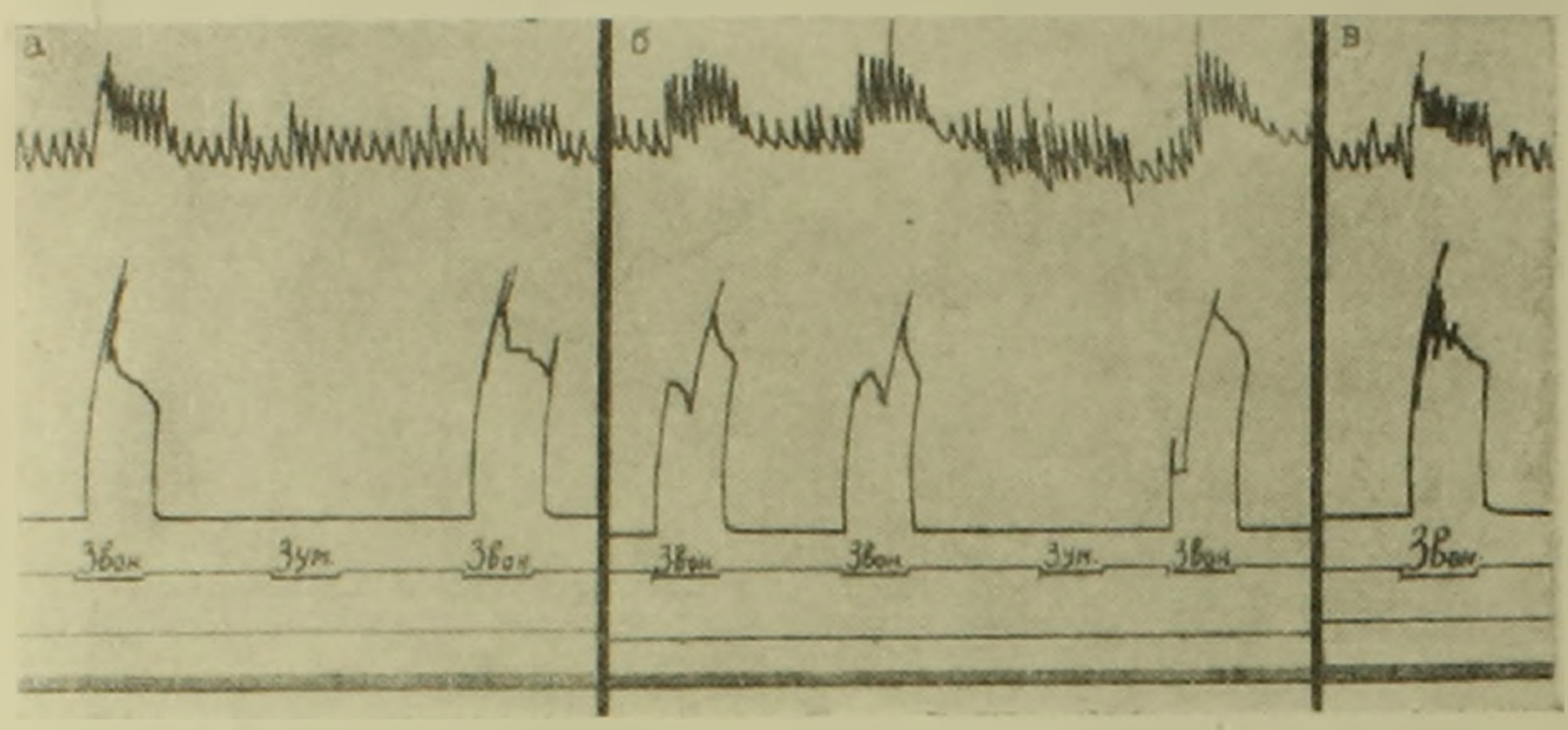


Фиг. 2. Микрофото поперечных срезов поврежденного спинного мозга; а—собака № 16, место первой спинальной операции на уровне Th 8—9 позвонков. На препарате отсутствуют задние столбы. Препарат окрашен методом Вейгерта; б— место второй спинальной операции на уровне Th 3—4. На препарате отсутствуют задние столбы; окраска препарата гематоксилин-эозином; в— собака № 22. место первой спинальной операции на уровне Th 5- 6. На препарате отсутствуют задние столбы; окраска препарата — методом Ганзена; г— место второй спинальной операции на уровне Th 10—11. На препарате отсутствуют задние столбы. Препарат окрашен гематоксилин-эозином.

У другой собаки № 22 в возрасте 6—7 месяцев выработка двигательных условных рефлексов началась спустя 5 дней после предварительного удаления задних столбов в области Th 5—6 позвонков на протяжении 20 *мм*. Первые условные рефлексы в виде слабого дергания задней правой конечности отмечались на 5 сочетании. Тонический компонент появился на 20 сочетании; упрочение тонической реакции наступило после 45 сочетания (фиг. 3а).

Спустя 3 недели после первой спинальной операции 29.4.58 г. было произведено повторное удаление дорсальных канатиков в области Th 10—11 позвонков на протяжении 20 *мм*. На следующий день после операции отмечалась довольно резкая декомпенсация координа-

ции движения задних конечностей. На второй день при первом же опыте по условным рефлексам оказалось, что хотя на условный положительный сигнал животное поднимало соответствующую лапу, однако, был резко расстроен тонический компонент рефлекса и не только на условный, но и на безусловный раздражитель. В результате



Фиг. 3. Собака № 22. Электрооборонительные двигательные условные рефлексы; а—после предварительной экстирпации задних столбов в области Th 5—6; б—на 4—5 день после второй операции на уровне Th 10—11; в—на 8—10 день после повторной спинальной операции.

этого животное за все время действия условного сигнала неоднократно подвергалось воздействию электрического тока (подкрепление). В последующие дни с применением соответствующего количества сочетаний наступила тоническая реакция сперва на безусловный раздражитель, когда животное на электрический ток сгибало лапу и держало ее на весу; условный тонический рефлекс в этот период был еще недостаточно прочным (фиг. 3б). На 50—60 сочетании появилась тоническая реакция и на условный сигнал (фиг. 3в).

Таким образом, повторное удаление дорсальных канатиков спинного мозга ниже первой операции на 5 позвонков приводило к заметному нарушению тонического компонента двигательного условного рефлекса.

Гистоморфологический анализ поврежденного спинного мозга показал тотальное и изолированное удаление нежных и клиновидных пучков как в области первой, так и во второй спинальной операции (фиг. 2в, г).

Теперь, чем объяснить то обстоятельство, что анатомическое разобщение путей проприоцепции—дорсальных канатиков, произведенное в различных отделах спинного мозга, результирует в неодинаковой степени нарушения тонического двигательного условного рефлекса задних конечностей? Почему перерезка задних столбов в шейных сегментах приводит к более слабому нарушению кинестетической рецепции задних лап, чем в средних и нижних грудных сегментах? Почему повторное повреждение пучков Голля и Бурдаха ниже первой

операции приводит к более резкой и длительной декомпенсации тонического двигательного рефлекса, чем когда идентичная операция производится выше первоначальной?

Следует отметить, что на эти вопросы в литературе мы не находили ответа. Исходя из этого, нами были предприняты специальные гистоморфологические исследования, с целью выяснения анатомической основы вышеописанных физиологических данных.

Были использованы 3 щенка в возрасте 1,5—3—6 месяцев. Спустя 10 дней после частичной экстирпации задних столбов в области Th 8—9 позвонков на протяжении 20 *мм* животные были забиты. Из различных отделов спинного мозга, начиная от места повреждения и выше до продолговатого мозга, брались отдельные кусочки и фиксировались для гистологической обработки по стандартному методу Марки.

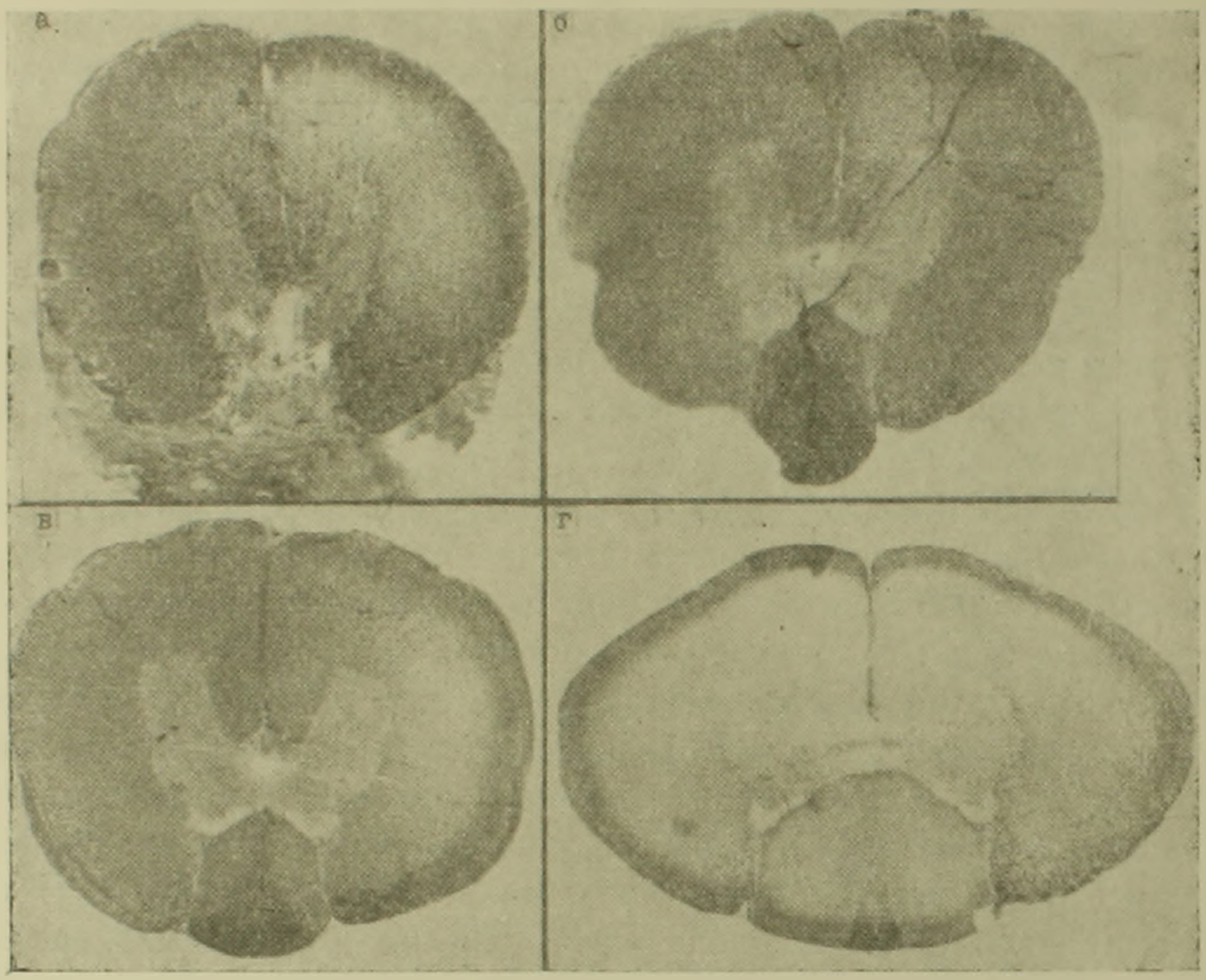
Результаты этих экспериментов были следующие: во-первых, у всех животных контрольный гистологический анализ показал полное и локальное удаление задних столбов в области операции (фиг. 4а). Далее, характерной особенностью вторичной восходящей дегенерации являлось то, что на 1—2 сегмента выше места спинальной операции волокна дорсальных канатиков в значительном количестве оказались перерожденными. Кроме того, отмечалась большая концентрация дегенерированных волокон в области задне-бокового канатика спинного мозга, что соответствует месту проекции tr. cortico spin. later. и tr. spino-cerebellaris dors. Наконец, масса диссиминированных перерожденных „точек" почти по всему поперечнику спинного мозга (фиг. 4б).

Дальнейшая картина локализации восходящих дегенерированных волокон заключалась в том, что на уровне передних грудных сегментов отмечалась максимальная кумуляция перерожденных волокон в зоне пучка Голля, занимающая более дорсальную часть задних столбов. Кроме того, были отчетливо выражены поврежденные очаги в задне-боковых отделах спинного мозга и вентральнее от передних рогов (фиг. 4в).

На уровне шейного утолщения, помимо изолированного перерождения волокон нежных пучков, отмечалась значительная дегенерация в области прохождения tr. cortico-spinalis lat. и tr. spinocerebellaris dors. et vent. (фиг. 4г).

Таким образом, полученные результаты в совокупности с ранее опубликованными данными ([7, 8]) показывают, что у собак в возрасте 1,5—6 месяцев локальное удаление задних столбов спинного мозга в области грудных сегментов приводит к вторичному восходящему перерождению волокон нежных и клиновидных пучков не только выше места повреждения, но и волокон других трактов белого вещества спинного мозга, в частности, задне-бокового и переднего отделов последнего. Далее, по мере удаления от места деструкции спинного мозга в ростральном направлении, выраженный диссиминированный

характер перерождения аксонов постепенно переходит к более очаговому типу дегенерации в шейных отделах спинного мозга. Наконец, сопоставляя величину области, занимаемой перерожденными во-



Фиг. 4. Щенок № 2 (в возрасте 15 месяцев). Микрофото поперечного среза поврежденного спинного мозга, обработанного методом Марки; а—место удаления задних столбов (Th 8—9). На препарате отсутствуют дорсальные канатики; б—поперечник среза выше на один сегмент от места повреждения (Th 7). Полное перерождение волокон задних столбов; в—область передних грудных сегментов (Th 3—4). Видно изолированное перерождение пучка Голля, а также очаги перерожденных волокон преимущественно в области задне-бокового и переднего трактов спинного мозга; г—область шейного утолщения (C 3—4). На препарате виден локальный перерожденный пучек Голля и значительные дегенерированные очаги в области задне-боковых отделов.

локнами пучков Голля на уровне нижних грудных сегментов с областью того же тракта с дегенерированными волокнами шейного отдела спинного мозга, можно отметить следующее, что по краниопетальному направлению идет постепенное суживание, „разгрузка" зоны нежных пучков за счет уменьшения количества их волокон.

Последний факт и помогает теперь понять, почему повреждение дорсальных канатиков на уровне нижних грудных сегментов приводит к более резким нарушениям координации движения в задних конечностях, нежели когда аналогичное повреждение локализуется на уровне шейных сегментов спинного мозга. Более того, становится

ясным, почему повторная экстирпация пучка Голля ниже места первой операции приводит к более значительной дисфункции, чем когда она производится выше этого места.

Резюмируя вышеописанное, можно отметить следующее: функциональная индивидуальность пучка Голля в шейных, верхних и нижних грудных сегментах обусловлена его анатомической неравнозначностью в различных отделах спинного мозга. Чем ближе к люмбальному утолщению, тем больше количество волокон в составе нежных пучков и наоборот, по восходящему направлению количество волокон постепенно уменьшается.

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

Գ. Ե. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Ողնուղեղի եռևի սյուների մորֆոլոգիայի և ֆունկցիայի հարցի շուրջը

Գրականությունից հայտնի է, որ ողնուղեղի «նուրբ» և «սեպաձև» ուղիների հատումը պարանոցի շրջանում առաջ է բերում առավելապես առաջնային վերջավորությունների ֆունկցիաների խանգարում:

Օգտվելով ողնուղեղի ուղիների կրկնակի վնասման մեթոդիկայից, այսինքն, երբ առաջին օպերատիվ միջամտությունից որոշ ժամանակ անց կատարվում է երկրորդը, ըստ անգործության ավելի առաջ կամ ետ սկզբնական վնասման տեղից, մեզ հաջողվեց ցույց տալ, որ երբ ողնուղեղային երկրորդ օպերացիան կատարվում է առաջինից մի քանի սեգմենտ ետ, ապա այդ դեպքում կոնքային վերջավորությունների ինչպես անդադարական այնպես էլ պայմանական ռեֆլեկտոր ֆունկցիաները խանգարվում են անհամեմատ զգալի չափով, քան այն դեպքում, երբ երկրորդ ողնուղեղային միջամտությունը կատարվում է առաջինից վեր:

Հարց է ծագում ինչով կարելի է բացատրել այն, որ ողնուղեղի տարբեր հատվածների (պարանոցային, վերին և ստորին կրծքային) եռևի սյուները ունեն ֆունկցիոնալ տարբեր նշանակություն:

Այս հարցին պատասխանելու համար մեր կողմից ձեռնարկվեց հատուկ հիստոմորֆոլոգիական հետազոտություն: Օգտվելով ողնուղեղի երկրորդային վերնրարձ կազմափոխման (դեգեներացիա) օրինաչափությունից, փորձի ենթակա կենդանիների ողնուղեղի մշակումը Մարկի մեթոդով ցույց տվեց, որ ողնուղեղի եռևի սյուների ժասնակի հեռացումից 10—11 օր անց, ուղիների կազմափոխում է նկատվում ոչ միայն եռևի սյուների ներվաթելերում կտրվածքից վեր, այլև ողնուղեղի սպիտակ նյութի մյուս բաժիններում՝ կողմնային և առաջնային սյուներում: Բացի այս պարզվեց, որ որքան հեռանում ենք ողնուղեղի վնասված հատվածից դեպի կենտրոն, այնքան վնասված ներվաթելերի քանակը եռևի սյուներում պակասում է և ընդհակառակը, որքան մոտ ողնուղեղի գոտկային հատվածին այնքան շատանում է:

Այս տվյալները ցույց են տալիս, որ ողնուղեղի անատոմիական տարբեր հատվածներում եռևի սյունների վնասումից առաջացած, ըստ ատիճանի տարբեր ֆունկցիոնալ խանգարումները պայմանավորվում են նրանով, որ եռին ծայրանդամներից եկող պրոպրիոցեպտիվ ներվուղիների քանակը եռևի սյուների կազմում ողնուղեղի տարբեր հատվածներում տարբեր է, որքան մոտ գոտկային հատուկին, այնքան շատ է ներվաթելերի քանակը, որի պատճառով այդ հատվածի եռին սյուների վնասումն առաջ է բերում անհամեմատ խորը և տևողական խանգարումներ եռին ծայրանդամներում, քան նույն վնասումը պարանոցային հատվածում, որտեղ ներվաթելերի քանակն ավելի նվազ է:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *В. М. Бехтерев.* Основы учения о функциях мозга, вып. 3, 1903. [2] *Л. С. Гамбарян.* Условные рефлексы у собак после высокой перерезки задних столбов спинного мозга, Изд. АН АрмССР (1953). [3] *Л. С. Гамбарян,* ДАН СССР, т. XCVIII, № 2 (1954). [4] *Г. Е. Григорян.* Изв. АН АрмССР (сер. биол.), т. 10, № 8 (1957). [5] *В. П. Петропавловский,* Физиологический журнал СССР, т. 18, № 2, 1934. [6] *Л. С. Гамбарян,* Труды института им. И. П. Павлова, т. I, 1952. [7] *Г. Е. Григорян,* Известия АН АрмССР (сер. биолог.), т. 11, № 10 (1958). [8] *Г. Е. Григорян,* ДАН АрмССР, т. 28, № 1 (1959).