

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

XLIX, № 2

1969

Խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Է. Գ. ԱՅՐԻՍԱՆ, կենսաբանական գիտությունների բեկնածու, Ա. Թ. ԲԱՐԱՅԱՆ, շՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Ա. ԹԱԼԱԼՅԱՆ, շՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Վ. Մ. ԹԱԹԱՅԱՆ, շՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, շՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ (սլաո. խմբագրի տեղակալ), Ս. Հ. ՄԻՐՋՈՅԱՆ, շՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Ս. Ս. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, շՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, շՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (սլաո. խմբագիր), Օ. Մ. ՈԱՊՈՆՉՅԱՆ, շՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻՔԱՅԵԼՅԱՆ, շՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ:

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

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Ա. Գ. Աիմոնյան — Պարբերական գործակիցներիով հետում — խուլիլի ուպերատորի սպեկտրի լակունի երկարության ասիմպտոտիկան 63

ՄԵԽԱՆԻԿԱ

Ա. Գ. Բաղդոնով, Գ. Գ. Օհանյան — Գազի պարամետրների որոշումը կաուստիկայի մոտ 69

ՖԻԶԻԿԱ

Կ. Ա. Ասլանյան, Ռ. Վ. Բաղդասարյան, Ե. Ա. Կաֆադարովա — Քլորոպրենային կաուչուկների ծերացման մեխանիզմը ուլտրամանիշակազույն ճառագայթների ազդեցության տակ 74

ԱՍՏՐՈՆՈՄԻԱ

Մ. Ա. Լեւադսկանյան — Մի մոտավոր անալիտիկ լուծման մասին ոչ ունյատիվիստիկ ընդհանրացված ձգողականության տեսության մեջ 78

ԻՆՓԵՆԵՐԱԿԱՆ ՍԵՑՍԻՄԱՈՂՈԳԻԱ

Ա. Գ. Նազարով, Ս. Ա. Փիրուզյան, Լ. Վ. Շահսուվադյան — Հանգեցուրի 1968 թվականի երկրաշարժերը 82

ՕԿՏԱԿԱՐ ՀԱՆԱԾՈՆՆԵՐ

Ս. Ռ. Արովյան, Կ. Մ. Գեվորգյան — Հայկական ՍՍՀ հիպերրազիտների երկրաբանական դիրքի որոշ հարցերը և նրանց թրոմբոտարերությունը 88

ԱՏՐԱՏԻԳՐԱՖԻԱ

Ս. Ս. Մկրտչյան, Ս. Վ. Ղազարյան — Շնորհի կվարցային դիֆրակտների դանգվածի հասակի մասին 94

ԻՒՌՔԻՄԻԱ

Ա. Գ. Մովսիսյան, Ռ. Ա. Միրզոյան, Հ. Խ. Բունյաթյան — Դիամինո-նԱԴ-ի մասնակցությունը օքսիդացիոն ֆոսֆորիլացմանը ճաղարների ղլխուղեղի միտոքոնդրիալ ֆրակցիայում 98

ԲՈՒՑՍԵՐԻ ՖԻԶԻՈՂՈԳԻԱ

Մ. Գ. Չալախյան, Կ. Գ. Ազարյան — Գիրերելիի և ուետարդանտի ազդեցությունը էրկարորյա բույսերի աճման վրա ֆոտոպերիոդիկ ինդուկցիայի հետ կապված 102

ԿԵՆԴԱՆԻՆԵՐԻ ՖԻԶԻՈՂՈԳԻԱ

Ե. Վ. Պապոյան — Ուղեղիկի ատամնաձև կորիզի զրգռման վրա առաջացված պայմանական ռեֆլեքսների էլեկտրա-ֆիզիոլոգիական կորելյատները 103

СОДЕРЖАНИЕ

Стр

МАТЕМАТИКА

- С. Г. Симонян—Асимптотика ширины лакун в спектре оператора Штурма—
Штурма с периодическим аналитическим потенциалом 65

МЕХАНИКА

- А. Г. Багдоев, Г. Г. Оганян—Определение параметров газа вблизи каустики 69

ФИЗИКА

- К. А. Асланян, Р. В. Багдасарян, Е. А. Кафадарова—Механизм старения хло-
ропеновых каучуков под воздействием ультрафиолетового облучения 74

АСТРОФИЗИКА

- М. А. Мнацаканян—Об одном приближенном аналитическом решении уравне-
ний нерелятивистской обобщенной теории гравитации 78

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ

- А. Г. Назаров, С. А. Пирцян, Л. В. Шахсунарян—Запоздурские землетрясе-
ния 1968 года 82

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

- С. Б. Абовян, Г. М. Геворкян—Некоторые вопросы геологического положения
гипербазитов Армянской ССР и перспективы их хромитовосности 88

СТРАТИГРАФИЯ

- С. С. Мкртчян, С. Б. Казарян—О возрасте Шнохского массива кварцевых
диоритов 94

БИОХИМИЯ

- С. Г. Мовсисян, Р. А. Мирзоян, Г. Х. Буянтян—Участие диамино-НАД в
окислительном фосфорилировании в митохондриальной фракции мозга кроликов 98

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

- М. Х. Чайлахян, К. Г. Азарян—Влияние гиббереллина и ретарданта на рост
растений длиннодневных видов в связи с фотопериодической индукцией 102

ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

- Е. В. Папоян—Электрофизиологические корреляты условных рефлексов, обра-
зованных на раздражение зубчатого ядра мозжечка 108

УДК 517.948

МАТЕМАТИКА

С. Г. Симонян

Асимптотика ширины лакун в спектре оператора Штурма—Лиувилля
 с периодическим аналитическим потенциалом

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Р. А. Александрияном 16/II 1969)

1°. Введение. Рассмотрим уравнение

$$y'' + l^2 q(x) y = 0 \quad (1)$$

на всей оси $-\infty < x < +\infty$, где $q(x)$ — непрерывная положительная периодическая функция с периодом $l > 0$.

Известно, что непрерывная часть спектра оператора L , порожденного уравнением (1) и периодическими краевыми условиями, состоит из зон устойчивости с присоединенными к ним граничными точками зон неустойчивости. Дискретная часть спектра этого оператора отсутствует.

Назовем лакуной непрерывной части спектра самосопряженного оператора L любой смежный интервал замкнутого множества $S(L)$. Обозначим через Δ_λ ширину лакуны с центром в точке λ . В настоящей работе вычислена ширина лакуны Δ_λ при $\lambda \rightarrow +\infty$ для аналитических функций $q(x)$.

В теореме 1 $q(x)$ — целая функция: формулы для Δ_λ в этом случае были получены ранее в физической работе А. М. Дыхне⁽¹⁾. В пункте 3° получены новые формулы. В теореме 2 $q(x)$ — мероморфная функция, полученные формулы являются новыми. Оказывается, что асимптотика ширины лакун определяется комплексными нулями и полюсами функции $q(x)$. При доказательстве этих теорем использовались методы, изложенные М. А. Евграфовым и М. В. Федорюком^(2,3).

Известно, что решение уравнения (1) в виде Флоке можно написать так:

$$y(x, \lambda) = \alpha \exp(\mu_1(i) x) \varphi_1(x, \lambda) + \beta \exp(\mu_2(i) x) \varphi_2(x, \lambda), \quad (2)$$

где $\varphi_l(x, \lambda)$ ($l = 1, 2$) — периодические функции, μ_1 и μ_2 — характеристические показатели. Обозначим $\rho_l = \exp(\mu_l(i))$.

Л е м м а 1. Пусть $y_1(x, \lambda)$ и $y_2(x, \lambda)$ — два комплексно сопряженные, линейно независимые решения уравнения (1). Тогда уравнение для характеристических показателей можно записать в виде:

$$\rho^2 - 2\operatorname{Re} a\rho + 1 = 0, \quad (3)$$

где

$$a = \begin{vmatrix} y_1(l, i) & y_2(0, i) \\ y_1'(l, i) & y_2'(0, i) \end{vmatrix} [W'(y_1, y_2)]^{-1},$$

$W'(y_1, y_2)$ — вронскиан решений y_1 и y_2 .

Из (2) и решения уравнения (3):

$$\rho_{1,2} = \operatorname{Re} a \pm \sqrt{(\operatorname{Re} a)^2 - 1}$$

получаем условие

$$|\operatorname{Re} a| \geq 1, \quad (4)$$

которое определяет зоны неустойчивости или лакуны.

2°. Случай, когда $q(x)$ — целая функция. Нам необходимо перечислить некоторые определения и факты из топологии линий Стокса (2,3). Пусть $q(z)$ — целая функция. Нули $q(z)$ первого порядка называются простыми точками поворота. Линией Стокса (л. С.) для уравнения (1) называется линия, выходящая из точки поворота, вдоль

которой $\operatorname{Re} \xi(z_0, z) = \operatorname{Re} \int_{z_0}^z \sqrt{-q(t)} dt = 0$. Из простой точки поворота

та выходят 3 линии Стокса. Обозначим

$$\delta(z) = \frac{p''(z)}{(p(z))^{3/2}} - \frac{5}{32} \frac{(p'(z))^2}{(p(z))^{5/2}},$$

где $p(z) = -q(z)$ и положим

$$\gamma^\pm(z) = \inf_{\gamma^\pm(z)} \int |\delta(t)| |dt|, \quad \delta^\pm = \sup \gamma^\pm(z),$$

где $\gamma^\pm(z)$ — канонические пути. Обозначим через Φ совокупность всех л. С., через R_z — сферу Римана. Через Q_0 обозначим множество всех целых функций $q(z)$ удовлетворяющих следующим условиям:

- 1) $\overline{\Phi} = \Phi$, $\overline{\Phi \setminus l} = \Phi \setminus l$;
- 2) $\lim_{z \rightarrow \infty} |\operatorname{Im} \xi(z_0, z)| = +\infty$, $z \in l$

для всякой бесконечной л. С. l , и то же самое верно для $-q(z)$.

- 3) все нули $q(z)$ простые,

- 4) $\delta^\pm < \infty$.

В (2) доказано, что если выполняются условия 1), 2), то всякая связная компонента множества $R_z \setminus \Phi$ является или областью типа полуплоскости, или полосы, т. е. $\xi(z)$ однолистка с D и $\xi(D)$ есть полоса (полуплоскость) вида $a < \operatorname{Re} \xi < b$ ($\operatorname{Re} \xi > a$ или $\operatorname{Re} \xi < a$).

Лемма 2. Пусть $q(z) \in Q_0$ и $q(x) > 0$ при $-\infty < x < +\infty$. Тогда существует область D_0 типа полосы, содержащая вещественную ось.

Доказательство проведено в (3). ∂D_n составляется из двух связанных компонент Γ^+ и Γ^- ($\operatorname{Im} z > 0, z \in \Gamma^+$), симметрично расположенных относительно вещественной оси, и $\Gamma^\pm$ — периодические по $\operatorname{Re} z$ кривые с периодом l .

Теорема 1. Пусть $q(z) \in Q_0$ и $q(x) > 0$ — периодическая функция с периодом $l > 0$. Пусть расстояние по $\operatorname{Re} z$ между соседними точками поворота на Γ^+ равно l . Тогда имеют место следующие асимптотические формулы:

1) если λ_n — центр n -ой лакуны, то

$$\lambda_n = \frac{n\pi}{\varphi} + O(n^{-1}), (n \rightarrow \infty), \quad \varphi = \int_0^l \sqrt{q(t)} dt. \quad (5)$$

2) Для ширины n -ой лакуны Δ_n с центром в точке λ_n справедлива формула:

$$\Delta_n = \frac{2}{\varphi} \exp\left(-\frac{n\pi\tau}{\varphi}\right) \left(1 + O(n^{-1})\right), (n \rightarrow \infty) \quad (6)$$

$$\tau = \operatorname{Re} \xi(z_0 \bar{z}_0) = \operatorname{Re} \int_{z_0}^{\bar{z}_0} \sqrt{-q(t)} dt > 0, \quad z_0 \in \Gamma^+ \text{ — точка поворота.}$$

Метод доказательства заключается в следующем: асимптотику решений $y_1(x, \lambda), y_2(x, \lambda)$ удовлетворяющих условиям леммы 1, мы продолжим в комплексную плоскость, что и дает возможность получить (5) и (6).

2°. Доказанную теорему можно распространять на тот случай, когда на Γ^+ на расстоянии l (по $\operatorname{Re} z$) лежат две точки поворота. Получаются следующие формулы:

1. Если λ_n — центр n -ой лакуны, то

$$\lambda_n = \frac{n\pi}{\varphi + \psi} + O(n^{-1}), (n \rightarrow \infty), \quad (9)$$

где

$$\varphi = \int_0^l \sqrt{q(t)} dt, \quad \psi = \operatorname{Im} \xi(z_0, z_1), \quad \psi > 0.$$

2) Ширина n -ой лакуны Δ_n с центром λ_n

$$\Delta_n = \frac{2 |\cos(\lambda_n \psi) + O(n^{-1})| \exp(-\lambda_n \tau)}{\sqrt{(\varphi + \psi)^2 (\tau + 1) - \psi^2 \sin^2(\lambda_n \psi) \exp(-2\lambda_n \tau)}}. \quad (10)$$

Замечание. При некоторых больших λ_n возможно, что в (10) множитель $\cos(\lambda_n \psi) + O(n^{-1})$ обращается в нуль. Это означает, что соответствующее собственное значение рассматриваемой задачи оказывается кратным, соответствующий отрезок зоны неустойчивости сводится к точке, т. е. соседние зоны устойчивости сольются в одну зону устойчивости.

3°. Пусть 1) $q(z)$ — мероморфная, с периодом $l > 0$ периодическая и, при $z = x$, $-\infty < x < +\infty$ положительная функция; 2) $q(z)$ имеет на Γ^+ только простые нули: $z_n = z_0 + nl$ ($n = 1, 2, \dots$) и простые полюсы: $\bar{z}_n = \bar{z}_0 + nl$ ($n = 1, 2, \dots$), причем линия Стокса, соединяющая z_n с $\bar{z}_n$ лежит внутри $\bar{D}_0$.

Теорема 2. Если $q(z)$ удовлетворяет условиям 1), 2), то для краевой задачи

$$y'' + \lambda^2 q(x) y = 0; \quad y(0) - y(l) = 0, \quad y'(0) - y'(l) = 0. \quad (11)$$

справедливы следующие асимптотические формулы:

$$\lambda_n = \frac{n\pi}{\varphi} + O(n^{-1}), \quad (n \rightarrow \infty), \quad \varphi = \int_0^l \sqrt{q(t)} dt, \quad (12)$$

λ_n — центр n -ой лакуны в спектре (11), и

$$\Delta_n = \frac{8|\sin(\lambda_n \psi) + O(n^{-1})| \exp(-\lambda_n \tau)}{\sqrt{\varphi^2(1 + \tau) - 64 \cos^2(\lambda_n \psi) \exp(-2\lambda_n \tau)}}, \quad (13)$$

где Δ_n — ширина n -ой лакуны с центром в точке λ_n ,

$$\psi = \operatorname{Im} \xi(z_0, \bar{z}_0) > 0, \quad \tau = \operatorname{Re} \xi(z_0, \bar{z}_0) > 0.$$

Доказательство проводится аналогично доказательству теоремы 1. Относительно формулы (13) вышеприведенное замечание сохраняет свою силу. Считаю своим приятным долгом выразить благодарность д. ф. м. н. Федорюку М. В. за постановку задачи и за постоянное внимание к работе.

Ереванский политехнический институт
им. К. Маркса

Ս. Կ. ՍԻՄՈՆՅԱՆ

Պարբերական գործակիցներով նորոգված — Լիովիլի օպերատորի սպեկտրի լակունի երկարության ասիմպտոտիկան

Դիտարկվում է

$$y'' + \lambda^2 q(x) y = 0$$

համասարուժ աւրոդ՝ առանցքի վրա $-\infty < x < +\infty$, որտեղ $q(x) > 0$ անընդհատ պարբերական ֆունկցիա է $l > 0$ պարբերությամբ: Աշխատանքում հաշված է Լ. օպերատորի լակունի երկարության ասիմպտոտիկան, երբ $\lambda \rightarrow +\infty$: Քննարկված են հետևյալ դեպքերը. 1) $q(x)$ հանդիսանում է աւրոդ՝ ֆունկցիա, 2) $q(x)$ մերոմորֆ ֆունկցիա է: Վերջին դեպքի համար ստացված բանաձևերը ապացուցված են առաջին անգամ:

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

1 А. М. Дыхне, ЖЭТФ, т. 40, в. 5 стр. 1423—1426 (1961). 2 М. А. Евграфов, М. В. Федорюк, УМН т. XXI, в. 1 (127) стр. 3—50 (1966). 3 М. В. Федорюк, Диф. Ур. т. 1, № 5, 632—646 и № 11, 1525—1536, май, 1965. 4 Н. М. Глазман, Прямые методы качественного спектрального анализа, Физматгиз, М., 1963.

УДК 533.6

МЕХАНИКА

А. Г. Багдоев, Г. Г. Оганян

Определение параметров газа вблизи каустики

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. А. Амбарцумяном 6/III 1969)

Пусть произвольное тонкое заостренное тело, имеющее в момент $t = 0$ звуковую скорость, в дальнейшем движется с положительным ускорением.

Вначале рассмотрим плоскую задачу.

При $t = 0$ тело занимает отрицательную ось Ox с вершиной в точке O и затем движется в сторону положительной оси Ox по закону $x_B = f(t)$ (рис. 1). При $f''(t) > 0$ лучи, вдоль которых движет-

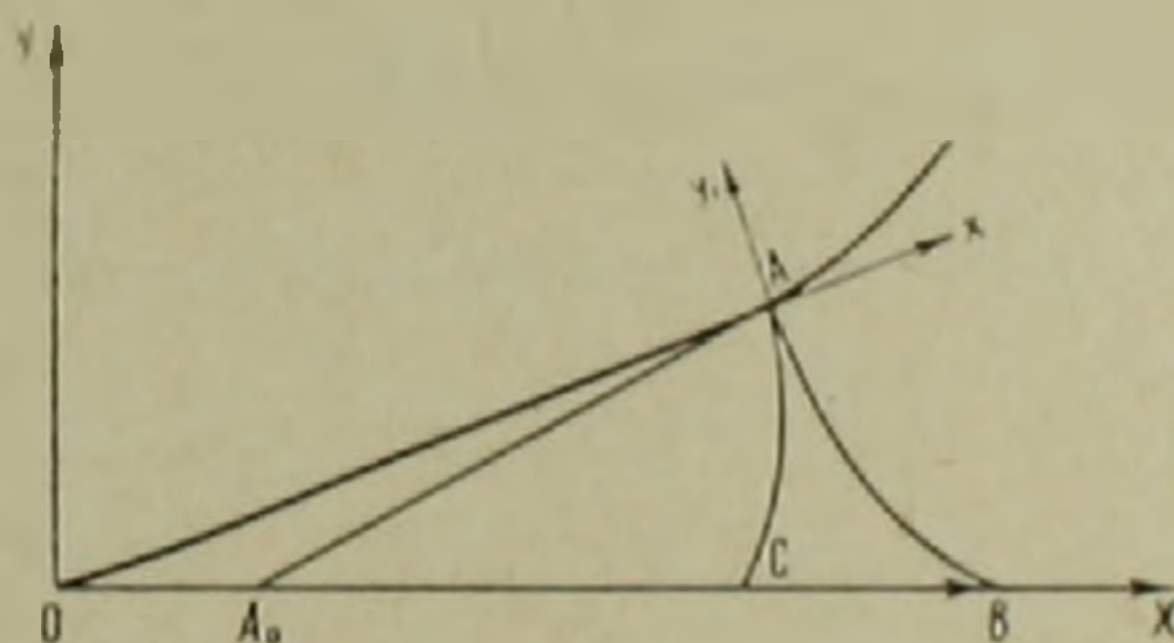


Рис. 1

ся фронт волны AB , имеют огибающую OA , называемую каустикой, причем в точке A давление бесконечно. Постановка данной задачи и решение вдали от каустики даны в ⁽¹⁾.

Если ввести систему координат Ax_1y_1 с осью x_1 , направленной по касательной к каустике, и y_1 по нормали в сторону вогнутости каустики, для преобразования Лапласа по t от потенциала движения жидкости φ вблизи точки A получится

$$e^{st} \bar{\varphi} = - \frac{A_2 \left(\frac{2}{R} \right)^{\frac{1}{12}}}{s^2} a^{-\frac{1}{6}} 2k^{\frac{1}{6}} e^{i \left(kx - \frac{s}{4} \right)} \Phi(\eta), \quad (1)$$

где

$$k = is, \quad A_2 = 2^{-\frac{1}{2}} \frac{a^{\frac{1}{2}} \beta f'^{\frac{5}{2}}(t_0)}{\sqrt{f''(t_0)}} \cdot \left(\frac{2}{R} \right)^{\frac{1}{4}},$$

a — начальная скорость звука в жидкости, s — параметр преобразования Лапласа, t_0 — момент прохождения волны AB через A_0 , β — угол наклона образующей тела к оси Ox в A_0 , R — радиус кривизны каустики

$$R = \left(\frac{3f''}{\sin^2 \theta f'} - f''' \right) \frac{\sin^3 \theta f'^5}{a^2 f'^3}, \quad \left(-\frac{1}{\tilde{x}'''} \right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{1}{R} \right)^{\frac{1}{3}} \sin \theta \frac{f'^3}{a^{3/2} f''} \quad (2)$$

$$t - \tilde{x} = t + \frac{x_1}{a} -$$

— время пробега фронта волны до каустики, причем в точке A $x_1 = 0$.
В формуле (1) $\Phi(\eta)$ есть функция Эйри

$$\eta = \left(\frac{2}{R} \right)^{\frac{1}{3}} k^{\frac{2}{3}} y_1 a^{-\frac{2}{3}}, \quad (3)$$

причем давление на самой волне AB вдали от каустики запишется

$$P_{\text{геом}} = \rho a A_2 (-y_1)^{-\frac{1}{4}} \varepsilon(h), \quad (4)$$

где $h = x_1 - \frac{2}{3} \left(\frac{2}{R} \right)^{\frac{1}{2}} (-y_1)^{\frac{3}{2}}$, ρ — начальная плотность жидкости, $\varepsilon(h)$ — единичная функция.

Изображение по Лапласу для давления P получается из (1), умноженного на $(-\rho a s)$.

В случае тела вращения изображение по Лапласу для давления вблизи A запишется:

$$e^{st} \bar{P} = A_2 \left(\frac{2}{R} \right)^{\frac{1}{12}} a^{-\frac{1}{6}} V^{-\pi} k^{-\frac{4}{3}} i e^{s\tilde{x}} \Phi(\eta),$$

где

$$A_2 = \frac{\beta^2 f'^2}{a^{3/2}} \frac{\rho a}{\sin \theta} \left(\frac{2}{R} \right)^{\frac{1}{4}}, \quad \tilde{x} = t - t_0 - \frac{V \sqrt{(x - x_0)^2 + y^2}}{a}, \quad x_0 = f(t_0) \quad (5)$$

причем

$$P_{\text{геом}} = A_2 (-y_1)^{-\frac{1}{4}} h^{\frac{1}{2}}. \quad (6)$$

Как в плоской, так и в осесимметричной задаче можно найти

$$\bar{P} = \bar{P}_{\text{геом}} \left(\frac{2}{R} \right)^{\frac{1}{12}} a^{-\frac{1}{6}} 2k^{\frac{1}{6}} e^{i \left(k\tilde{x} - \frac{\pi}{4} \right)} \Phi(\eta), \quad (7)$$

где $\bar{P}_{\text{геом}}$ — модуль изображения $P_{\text{геом}}$.

Обратное преобразование для (7) найдено в (2), где обозначено $P_{\text{геом}} \approx P_0 (t - T_1) a^{-\frac{1}{6}}$, $\tilde{x} = t - T_1$, $a = \frac{2}{3} \left(\frac{2}{R} \right)^{\frac{1}{2}} (-y_1)^{\frac{3}{2}}$, причем в точке A $h = x_1$. Следуя (2) и записывая в общем случае

$$P_{\text{геом}} = A_1 (-y_1)^{-\frac{1}{4}} (-x_1)^{k_1} (-x_1), \quad (8)$$

где $A_1 = 2a A_2$, из (7) можно найти для давления вблизи точки A (2)

$$\frac{P}{A_1 (-y_1)^{-\frac{1}{4}}} = k_1 \int_x^\infty (-x + \tau)^{k_1-1} P_{-1/6} \left(\frac{\tau}{a} \right) d\tau, \quad x > a \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \frac{P}{A_1 (-y)^{-\frac{1}{4}}} = & k_1 \int_a^\infty (-x + \tau)^{k_1-1} P_{-1/6} \left(\frac{\tau}{a} \right) d\tau + 2k_1 \int_x^a \times \\ & \times (-x + \tau)^{k_1-1} P_{-1/6} \left(\frac{\tau}{a} \right) d\tau, \quad -a < x < a \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \frac{P}{A_1 (-y_1)^{-1/4}} = & k_1 \int_a^\infty (-x + \tau)^{k_1-1} P_{-1/6} \left(\frac{\tau}{a} \right) d\tau + 2k_1 \int_{-a}^a (-x + \tau)^{k_1-1} P_{-1/6} \times \\ & \times \left(\frac{\tau}{a} \right) d\tau + 2k_1 \int_a^{-x} (-x + \tau)^{k_1-1} P_{-1/6} \left(-\frac{\tau}{a} \right) d\tau, \quad x < -a, \end{aligned} \quad (11)$$

где индекс при x опущен, причем всюду берется конечная часть интеграла.

Из формулы (9) можно найти впереди AB

$$P = A_3 F_1, \quad F_1 = |x|^{2k_1} F \left(-k_2, -k_2 + \frac{1}{2}, -2k_2 + \frac{5}{6}, 1 - \xi_1^3 \right), \quad (12)$$

где

$$\xi_1^3 = 1 - \frac{a^2}{x^2}, \quad k_1 = 2k_2 + \frac{1}{6},$$

$$A_3 = A_1 \frac{k_1}{2\pi} 2^{k_1} \Gamma^2(k_1) \frac{\Gamma\left(\frac{1}{6} - k_1\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{6} + k_1\right)} \frac{\sin \pi k_1}{\sin \pi \left(k_1 + \frac{1}{6}\right)} \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{1}{6}} \left(\frac{2}{R}\right)^{\frac{1}{12}}.$$

В области $-a < x < a$ по (10)

$$P = A_3 F_1 + A_1 (-y_1)^{-\frac{1}{4}} (a - x_1)^{k_1} F \left(\frac{1}{6}, \frac{5}{6}, k_1 + 1, \frac{a - x}{2a} \right) \quad (13)$$

или, выражая через решения, зависящие от $(1 - \xi_1^3)$ (3), позади волны AB ,

$$P = A_3 F_1 + A_1 2^{-k_1} \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{1}{6}} \left(\frac{2}{R}\right)^{\frac{1}{12}} F_2, \quad (14)$$

где

$$F_2 = |x|^{2k_2} |1 - \xi_1^3|^{\frac{2k_2 + 1}{6}} F\left(k_2 + \frac{1}{6}, k_2 + \frac{2}{3}, 2k_2 + \frac{7}{6}, 1 - \xi_1^3\right). \quad (15)$$

Совершая аналитическое продолжение (12) к линии AC⁽¹⁾, можно найти позади отраженной от каустики волны AC

$$P = P|_{AC} = F_2 A_1 2^{-k_1} \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{1}{6}} \left(\frac{2}{R}\right)^{\frac{1}{12}} \frac{\cos \pi k_1}{2 \sin \pi k_1}, \quad k_1 = \frac{1}{6} \text{ не целое}, \quad (16)$$

где

$$P|_{AC} = - \frac{2 A_1 k_1 2^{k_1} \Gamma^2(k_1) \cos 2\pi k_1 \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{1}{6}} \left(\frac{2}{R}\right)^{\frac{1}{12}}}{(1 - 2 \cos 2\pi k_1) \Gamma\left(\frac{1}{6} + k_1\right) \Gamma\left(\frac{5}{6} + k_1\right)} \cdot F_1.$$

Аналитическое продолжение (14) к отраженной волне AC дает впереди нее

$$P = P|_{AC} = F_2 A_1 2^{-k_1} \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{1}{6}} \left(\frac{2}{R}\right)^{\frac{1}{12}} \frac{1}{\sin \pi k_1}. \quad (17)$$

В отличие от случая плоской задачи, где $k_1 = 0$ и давление за падающей волной вдвое больше давления перед ней, а на отраженной волне имеется логарифмическая особенность, при $k_1 > 0$ давление на падающей и отраженной волнах непрерывно, что следует также из (11).

В силу равенства (1) $x^{1/3} F\left(-\frac{1}{6}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1 - \xi_1^3\right) = -3^{-1/3} 2^{-2/3} F^*$, где F^* удовлетворяет уравнению

$$F^{*3} + 3 \left(\frac{2}{R}\right)^{\frac{1}{3}} y_1 F^* + 3x = 0 \quad (18)$$

решение (12) для $k_2 = \frac{1}{6}$, т. е. в случае конуса, запишется в виде

$$P = \frac{\rho f^{2/3} \beta^2}{2 \sin \theta} \left(\frac{2}{R}\right)^{1/3} F^*. \quad (19)$$

То же значение P получается из решения в форме запаздывающих потенциалов (1)

$$P = \frac{\rho f^{2/3} \beta^2}{2} \int_{x_1}^{x_0} \frac{dx}{V(x-x)^2 + y^2}, \quad (20)$$

где x_0 дается (5) при $\bar{x}(x_0) = 0$, а x_1 определяется условием $\bar{x}''(x_1) = 0$, причем $\bar{x}(x_1) = -\frac{x}{a}$. Тогда приближенно

$$0 = -\frac{x}{a} + \bar{x}'(x_1)(x_0 - x_1) + \frac{1}{3!} \bar{x}'''(x_1)(x_0 - x_1)^3, \quad (21)$$

где $\bar{x}(x_1)$ выражается через y_1 по формуле:

$$\bar{x}(x_1) = -\frac{y_1 f''}{f'^3 \sin \theta}. \quad (22)$$

Подставляя (22) в (21) с учетом (2) и делая замену $x_0 - x_1 =$
 $= F^* \left(\frac{2}{R} \right)^{1/3} \frac{\sin \theta \cdot f'^3}{af''}$, можно для F^* получить (18), а (20), с учетом

$\bar{x}''(x_1) = 0$, перейдет в (19). Решение (12) для произвольного $k_1 > 0$ физически соответствует решению вблизи каустики задачи о движении плоского или осесимметричного тонкого тела со степенной зависимостью угла раствора от расстояния по оси от вершины.

Институт математики и механики
 Академии наук Армянской ССР

Ա. Դ. ԲԱԳԻՐՅԱՆ, Դ. Չ. ՕԶԱՆՅԱՆ

Գաղտնի պարամետրների որոշումը կառուստիկայի մոտ

Գիտարկվում է հարվածային ալիքի որոշման խնդիրը այն շրջանում, որտեղ գծային ալիքի երևույթներ անվերջ էլ, լապլասի ձևափոխությունից հետո լուծումը ստացվում է էլիքի ֆունկցիայի տեսքով: Հետադարձ լապլասի ձևափոխումը բերում է լուծումը հիպերգեոմետրիկ ֆունկցիաների տեսքով: Լուծումը կիրառված է մինչև ձայնային արագությունից գերձայնայինին կոեր տեղման խնդրին: Այդ մասնավոր դեպքի համար լուծումը բերվում է խորանարդ հաճախարման լուծելու: և նույն արդյունքը ստացվում է անմիջական ինտեգրացիային բանաձևեր:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. M. J. Lighthill, Viscosity effects in sound waves of finite amplitude. Surveys in mechanics, 1956. 2 Ю. Л. Давтян, Вопросы динамической теории распространения сейсмических волн, Л., № 5, 1961. 3 Л. Л. Ландау и Лифшиц, Механика сплошных сред, Гостехиздат, М., 1953.

УДК 539.199

ФИЗИКА

К. А. Асланян, Р. В. Багдасарян, Е. А. Кафадарова

Механизм старения хлоропреновых каучуков под воздействием ультрафиолетового облучения

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Г. М. Авакьянцем 4/IV 1969)

Синтетические полимеры чрезвычайно чувствительны к действию ультрафиолетовых (УФ) лучей. Облучение УФ лучами обычно сопровождается, с одной стороны, фотодеструкцией полимерных цепей, а с другой, их структурированием, т. е. образованием сшивок между цепями. В присутствии кислорода воздуха происходит также фотоокислительная деструкция. Естественно, что повышение устойчивости полимеров к действию УФ лучей имеет принципиальное техническое значение.

Настоящая работа посвящена изучению влияния ультрафиолетового облучения на структуру хлоропреновых каучуков.

Полимеризация хлоропрена проводилась эмульсионным методом при 40°C в атмосфере воздуха. При конверсиях 65 и 95% выделялись пробы без стабилизатора (б/с). Образцы для исследований изготовлялись в виде пленок толщиной приблизительно 50 мк.

Световое старение проводилось в специальной установке, источником света в которой служила ртутно-кварцевая лампа ПРК—4, с максимумом энергии излучения в области 5770—3126 Å. На образец падал световой поток мощностью 1,3 вт на 1 см².

Инфракрасные спектры поглощения снимались на спектрофотометре Хильгер Н—800. Кристалличность образцов определялась по методике, описанной в работе (1).

Средние молекулярные веса определялись по характеристической вязкости растворов полихлоропрена в бензоле (2).

Разветвленность и число узлов ветвлений (*m*) оценивались по соотношению, приведенному в работе (4).

Основные экспериментальные результаты приведены на рис. 1, 2 и в табл. 1.

В течение первых пяти минут облучения наблюдается кооперативное уменьшение кристалличности полихлоропрена (рис. 1). Дальнейшее

облучение практически не сказывается на степени кристалличности. Одновременно наблюдается в том же интервале перераспределение *гош* и *транс* изомеров относительно связи $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$. Оба наблюдаемых результата находятся в полном соответствии друг с другом. Действи-

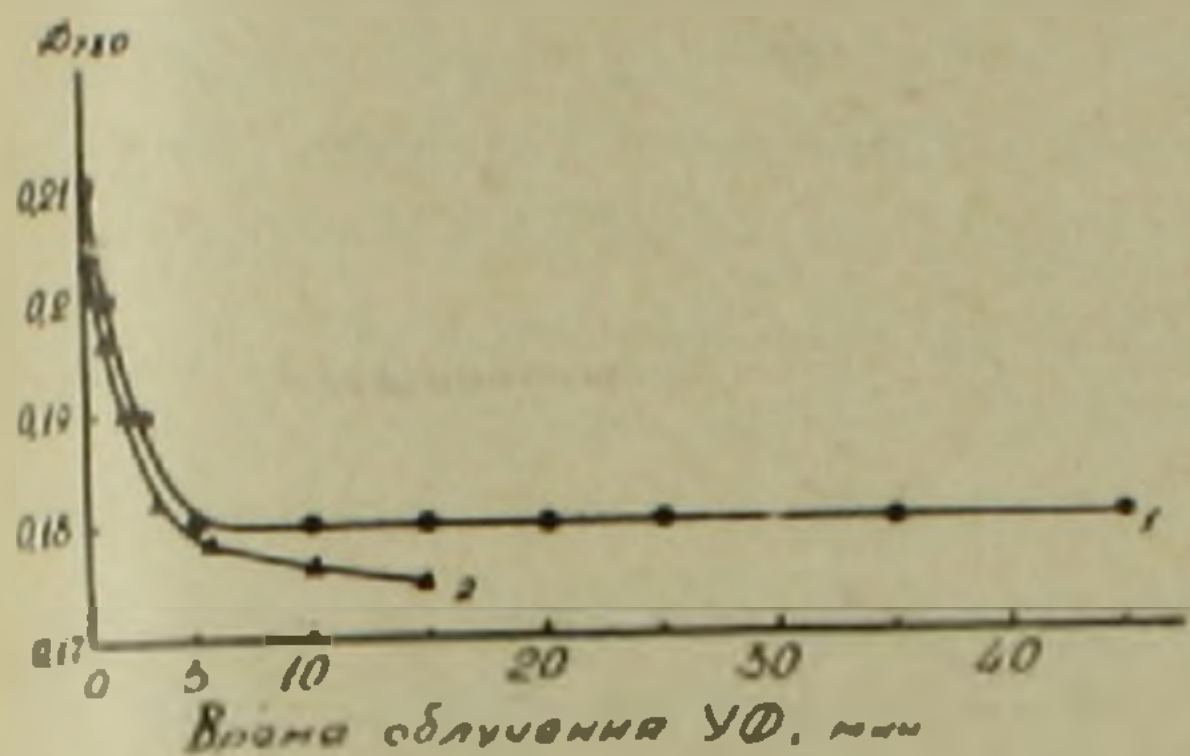


Рис. 1. Изменение степени кристалличности со временем облучения УФ лучами.

1 — 6/с, 65% конверсии;
2 — 6/с, 95%

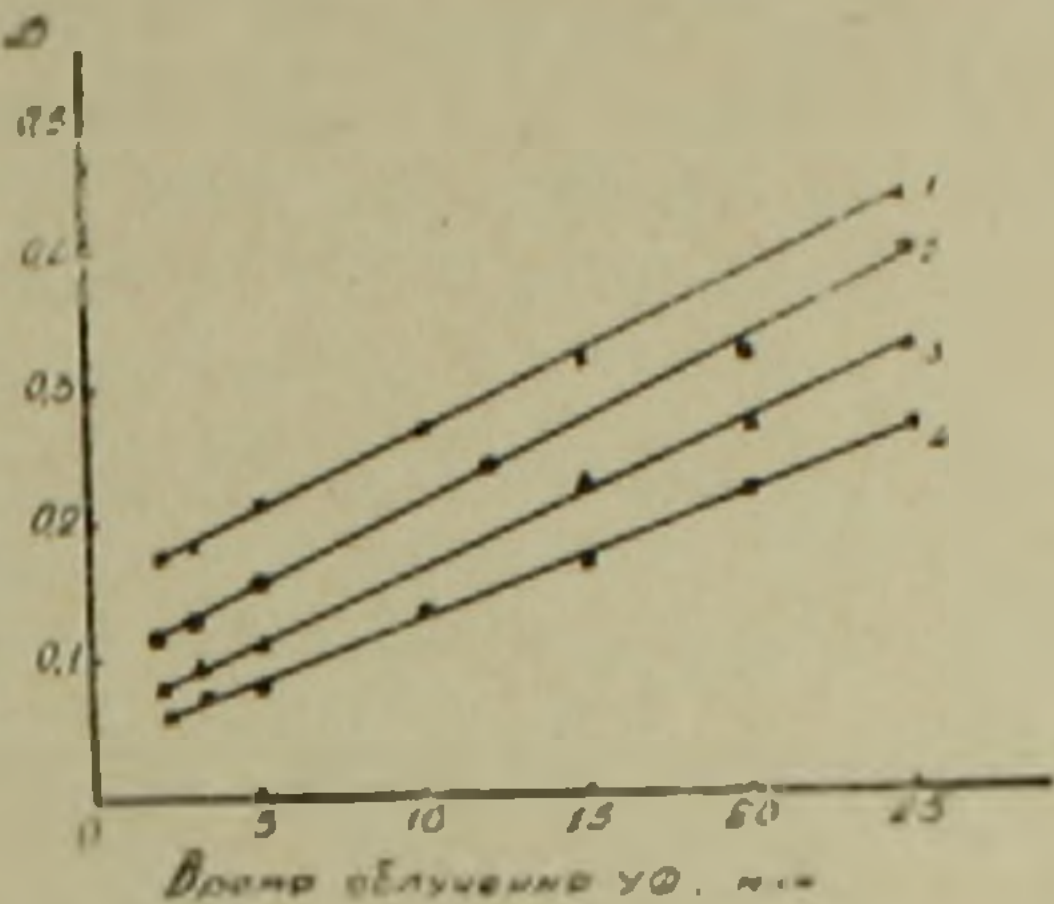


Рис. 2. Кинетические кривые окисления полихлоропрена при облучении УФ лучами.

1 — 6/с, 95% конверсии D₁₇₂₀;
2 — 6/с, 65% конверсии D₁₇₂₀;
3 — 6/с, 95% конверсии D₁₇₈₀;
4 — 6/с, 65% конверсии D₁₇₈₀

Таблица 1

Молекулярные характеристики растворимой фракции полихлоропрена при облучении образцов с конверсией в 65 и 95% без стабилизатора

Облучение	Растворимость, %		M · 10 ³		m	
	65	95	65	95	65	95
До старения	100	100	248	332	8	14
2' УФ	91,4	88,5	338	397	10	18
4' УФ	73,4	70,6	268	356	14	25
5' УФ	92,3	91,9	368	426	10	18
15' УФ	85,4	70,5	337	373	11	17
25' УФ	80,6	56,2	343	286	10	7

тельно, согласно Бунну (3) макромолекулы полихлоропрена упаковываются в виде *транс*-цепей. Поэтому уменьшение кристалличности должно сопровождаться увеличением *гош* изомеров. Показательно, что процесс перераспределения происходит в том же интервале. Отличие в поведении образцов с конверсией в 95 и 65% вполне объяснимо. В первом случае разветвленность макромолекулы и длина ветвей больше. Как известно, ветвления являются источниками дефектов в кристаллической структуре, и они тем значительнее, чем больше длина ветвей. Поэтому в рассмотренном случае, хотя степень кристалличности и больше, но выше и дефектность кристаллов и отсюда — меньшая устойчивость к внешним воздействиям.

Нужно обратить внимание на то, что интенсивность полосы 650 см⁻¹, относящаяся к валентному колебанию CCl, убывает с само-

го начала облучения. Это значит, что идет отщепление аллильного хлора и создаются предпосылки для свободно-радикальных реакций связывания макрорадикалов с образованием трехмерных структур. Такое структурирование должно сопровождаться понижением растворимости, что и наблюдается в начале эксперимента. Но наблюдаемый эффект невелик, что позволяет предположить наличие конкурирующего механизма. Как видно из рис. 2, карбонильные и карбоксильные группы, характерные для фотоокислительной деструкции, возникают не сразу и рост полос 1720 и 1780 см^{-1} обратно пропорционален ходу растворимости. Поскольку фотоокислительная деструкция протекает по закону случая, то естественно, что она будет протекать интенсивнее в образцах более высокой конверсии, будучи функцией от молекулярного веса и разветвленности. Но даже не учитывая конкурирующий фактор фотоокислительной деструкции, можно утверждать, что частота сшивок невелика. Как видно из сравнения экспериментальных данных, у полимера с конверсией в 65% сшивкообразование идет с самого начала облучения, растворимость же уменьшается ничтожно еще до появления фотоокислительной деструкции. А у полимера с конверсией в 95% деструкция протекает раньше и эффективнее, чем в первом случае, однако растворимость ниже.

Таким образом:

а) Фотоокислительная деструкция для образца с конверсией в 65% проявляется тогда, когда кристалличность достигает своего минимального значения. В то время как в этом же интервале идет особенно быстрое отщепление аллильного хлора, т. е. создаются условия для интенсифицирования сшивкообразования

б) Показано для полиэтилена (4), что кристаллические области окислению не подвергаются.

в) Плотная упаковка полимерных цепей в кристаллические структуры, без существенных пустот или перекрытий, накладывает определенные ограничения на их конформации. Гибкие цепи могут заполнить определенный объем без пустот и перекрытий в аморфной фазе, сохраняя произвольные неупорядоченные конформации. А в кристаллической фазе цепи имеют только одну возможность для плотной упаковки—принять регулярную конформацию. Поэтому можно думать, что процесс фотоокислительной деструкции сопровождаемый появлением карбонильных, а тем более карбоксильных групп в кристаллических областях должен быть значительно затруднен по сравнению с аморфными, так как будет приводить к существенным пространственным перекрытиям и к резкому возрастанию энергии системы.

Основываясь на этих соображениях, мы предполагаем, что ответственными за уменьшение кристалличности являются сшивки, а не фотоокислительная деструкция.

Рассмотрим влияние УФ облучения на молекулярные характеристики полимера (растворимость, разветвленность, молекулярный вес).

В начальный период облучения т. е. от одной минуты до четырех,

наблюдаем монотонное убывание растворимости и рост разветвленности обоих образцов. Вместе с тем молекулярные веса проходят через максимум. Очевидно, что случайные единичные сшивки между молекулами не будут существенно влиять на их способность к растворению. Но процесс такой рекомбинации макрорадикалов должен сопровождаться увеличением молекулярного веса и разветвленности. Поскольку процесс сшивкообразования проходит по закону случая, способность к структурированию зависит от величины молекулярного веса и степени разветвленности, чему подтверждением может служить то обстоятельство, что значение растворимости для образца с конверсией в 95% всегда ниже. С другой стороны в этом интервале начинает действовать конкурирующий механизм фотоокислительной деструкции, но на этом этапе сшивкообразование остается преобладающим.

Фотоокислительная деструкция, подчиняясь также закону случая, больше задевает большие молекулы. Уменьшение молекулярного веса растворимой фракции с увеличением длительности облучения обязано, с одной стороны, фотоокислительной деструкции, с другой, нужно учесть, что трехмерные структурообразования выпадают уже в осадок.

Действие УФ облучения сводится к конкурирующему действию сшивкообразования и фотоокислительной деструкции.

Уменьшение степени кристалличности реализуется за счет сшивкообразования. Деструкция в данном случае практически не играет роли.

Структурированные участки, образованные из молекул с большим молекулярным весом и разветвленностью растут быстрее, так как обладают большой способностью рекомбинации со свободными молекулами, что особенно сказывается при длительном облучении.

Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт полимерных продуктов (ВНИИПОЛИМЕР)

Կ. Ա. ԱՍԼԱՆՅԱՆ, Ռ. Գ. ԲԱԿԻՍՅԱՆ, Ի. Ա. ԿԱՅԱԴԱՐՈՎ

Քլորոպրենային կաուչուկների ծերացման մեխանիզմը
ուլտրամանիշակաղույն ճառագայթների ազդեցության տակ

Ուսումնասիրված է մերկաստանային կարգավորիչներով ստացված քլորոպրենային կաուչուկների ծերացման մեխանիզմը ուլտրամանիշակաղույն ճառագայթների ազդեցության դեպքում: Ելել է տրված, որ ուլտրամանիշակաղույն ճառագայթների ազդեցությանը բերում է տարածական ստրուկտուրայի և ֆոտոօքսիդային ասպատրուկտուրացման, ընդ որում ծերացման առաջին շրջանում դերակշռում է տարածական ստրուկտուրայի ասոցացմանը: Ստրուկտուրացումը ինտենսիվ կերպով բնթանում է մեծ մոլեկուլյար կշիռներով և ճյուղավորված մոլեկուլներում:

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

- 1 К. А. Асланян, В. И. Пикитин, «Известия АН АрмССР», серия Физика, т. 4, № 1, 40 (1969), 2 А. В. Геворкян, Р. В. Багдасарян, Л. Г. Мелконян, Арм. хим. журн., т. 19, № 4, 245 (1966) 3 К. В. Бунн, Химия больших молекул, сб. 2, ИЛ, М., стр. 137, 1948, 4 J. Kavalian, J. Polymer. Sci, 24, 499 (1957).

УДК 523.877

АСТРОФИЗИКА

М. А. Мнацаканян

Об одном приближенном аналитическом решении уравнений нерелятивистской обобщенной теории гравитации

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Г. С. Саакяном 29/III 1969)

В работах (1-5) рассматривались модели сферических статических конфигураций по нерелятивистской обобщенной теории гравитации, предполагающей зависимость гравитационной „постоянной“ от распределения масс в пространстве. Расчеты моделей с различными уравнениями состояния вещества проводились численно. Результаты, полученные при этом, оказались существенно новыми по сравнению с результатами обычной теории Ньютона. Представляется интересным получить хотя бы для одной модели, пусть даже приближенное, но аналитическое решение исследуемой задачи. Такое решение получено нами для простейшей модели однородной несжимаемой жидкости. Оно с удовлетворительной точностью согласуется с численным решением (1) и содержит в себе все характерные особенности последнего.

Определение внутренних решений и интегральных параметров сферических статических конфигураций в нерелятивистской обобщенной теории сводится к решению системы дифференциальных уравнений (1-4):

$$m' = 4\pi\rho r^2, \quad (1)$$

$$P' = -\rho km/r^2, \quad (2)$$

$$k'' + \frac{2}{r}k' - \frac{3}{2}\frac{k'^2}{k} = \frac{1}{2\zeta}\frac{k^3m^2}{r^4}, \quad (3)$$

$$\rho = \rho(P). \quad (4)$$

Здесь r — расстояние до центра конфигурации (дифференцирование производится по r), m — масса вещества внутри сферы радиуса r , P — давление, ρ — плотность вещества, $\rho = \rho(P)$ — уравнение состояния. Функция $k(r)$, называемая гравитационным скаляром, заменяет гравитационную постоянную в обычной теории Ньютона. Постоянная ζ — безразмерный параметр обобщенной теории, полагается равной -30 (1).

рассматриваемая задача представляет собой краевую задачу с условиями в центре $r = 0$

$$m(0) = 0, P(0) = P_0$$

и на поверхности $r = R$

$$P(R) = 0, m(R) = M, k(R) = \frac{1}{1 + 2\alpha w + \beta w^2},$$

$$k'(R) = \frac{2w(\alpha + \beta w)}{R(1 + 2\alpha w + \beta w^2)^2}.$$

Параметр $w = M/R$ определяет степень компактности конфигурации, а постоянные α и β выражаются посредством ζ следующим образом ⁽¹⁾:

$$\alpha = \frac{1}{3 - 2\zeta}, \quad \beta = \alpha^2 - \frac{1}{4\zeta}.$$

В работе ⁽¹⁾ рассматривалось приближенное решение

$$k(r) = \frac{ar^2}{(r + b)^2} \quad (5)$$

уравнения (3), получающееся при пренебрежении правой частью этого уравнения. Такое пренебрежение означает малость величины $\zeta^2 \frac{r^2 m^2}{M^4}$ по сравнению с членами порядка $1/\beta$ и имеет место при условии $|\zeta| \frac{r^2 m^2}{M^4} \ll 1$.

В свою очередь

$$|\zeta| \frac{r^2 m^2}{M^4} \leq |\zeta| \frac{R^2 M^2}{M^4} = |\zeta| \frac{R^2}{M^2} = \frac{|\zeta|}{w^2},$$

так что приближенное решение (5) справедливо внутри конфигураций с

$$w \ll \sqrt{|\zeta|}. \quad (6)$$

Для конфигураций с меньшими значениями w решение (5) справедливо в окрестности центра $r \approx 0$. Однако, как показывает аналитическое исследование уравнения (3), точное его решение и приближенное решение (5) довольно хорошо совпадают друг с другом всюду внутри конфигураций с любым значением компактности w . Наибольшее относительное отклонение этих двух решений, с одинаковыми поведениями в точке $r = 0$, не превышает величины

$$\frac{1}{160|\zeta|(\alpha + \sqrt{\beta})^2} \approx 2\% \text{ для } \zeta = -30$$

и достигается для случая модели несжимаемой жидкости на поверхности конфигурации с $w = 1/\sqrt{\beta}$. С указанной точностью приближенное аналитическое решение (5) описывает поведение гравитационного скаляра внутри произвольной конфигурации и определяется

только компактностью $w = M/R$ конфигурации, вне зависимости от уравнения состояния.

Если принять одинаковые условия для точного решения уравнения (3) и приближенного (5) на поверхности $r = R$, относительное отклонение их друг от друга в окрестности центра конфигурации может быть очень большим. Но так как оба решения в центре обращаются в нуль, влияние таких отклонений на интегральные характеристики конфигурации будет незначительным.

Используя приближенное решение (5), мы можем переписать систему (1—3) в виде

$$\begin{aligned}\mu' &= 4\pi R^2 \rho z^2, \\ \rho' &= -\frac{a\rho\mu}{(z+\sigma)^2}.\end{aligned}\quad (7)$$

Мы перешли к новой независимой переменной z :

$$z = r/R, \quad \mu = m/R. \quad (8)$$

Постоянные a и σ определяются из условий на поверхности:

$$a = \frac{1 + 2aw + \beta w^2}{(1 + \alpha w)^2}, \quad \sigma = w \frac{\alpha + \beta w}{1 + \alpha w}.$$

Для модели однородной несжимаемой жидкости, $\rho(r) = \text{const} \equiv \rho_0$, интегрирование системы (7) приводит к следующему выражению для величины $q = P/\rho_0$ и $q(0) \equiv q_0(w)$:

$$\begin{aligned}q(z) &= aw \left[\frac{1-z^2}{2} - 2\sigma(1-z) + 3\sigma^2 \ln \frac{1+\sigma}{z+\sigma} - \sigma^3 \frac{1-z}{(1+\sigma)(z+\sigma)} \right], \\ q_0(w) &= aw \left[\frac{1}{2} - \sigma \frac{3\sigma+2}{\sigma+1} + 3\sigma^2 \ln \left(1 + \frac{1}{\sigma} \right) \right].\end{aligned}\quad (9)$$

При малых компакностях $w \ll \sqrt{|\zeta|}$ получаем

$$q(z) \approx \frac{w}{2} (1 - z^2), \quad q_0(w) \approx \frac{w}{2}. \quad (10)$$

При $w \gg \sqrt{|\zeta|}$ разлагаем выражения (9) по степеням малых величин $\frac{1}{\sigma}$, $\frac{z}{\sigma} \ll 1$ и находим

$$q(z) \approx \frac{1}{4\beta w} (1 - z^4), \quad q_0(w) \approx \frac{1}{4\beta w}. \quad (11)$$

Зависимость (9) для $q_0(w)$ очень хорошо согласуется с численным решением, полученным в (1). Наибольшая ошибка решения (9) достигается при значении $w = 1/\sqrt{\beta}$, где функция $q_0(w)$ имеет максимум, равный $q_0\left(\frac{1}{\sqrt{\beta}}\right) = 2 \frac{3\ln 2 - 2}{2 + \sqrt{\beta}} \approx 1.475$, вместо 1.455 согласно (1). Масса и радиус модели несжимаемой жидкости определяются соотношениями:

$$M = \sqrt{\frac{3}{4\pi\rho_0}} \omega^{3/2}, \quad R = M/\omega.$$

Приведенные здесь приближенные аналитические решения содержат в себе все характерные свойства модели несжимаемой жидкости по нерелятивистской обобщенной теории гравитации, обсуждаемые в (1).

Заметим, что для другого уравнения состояния вещества, задача статических конфигураций остается краевой и система (7) подлежит численному интегрированию.

Автор выражает благодарность член-кор. АН Армянской ССР Г. С. Саакяну за обсуждение.

Бюраканская астрофизическая обсерватория
Академии наук Армянской ССР

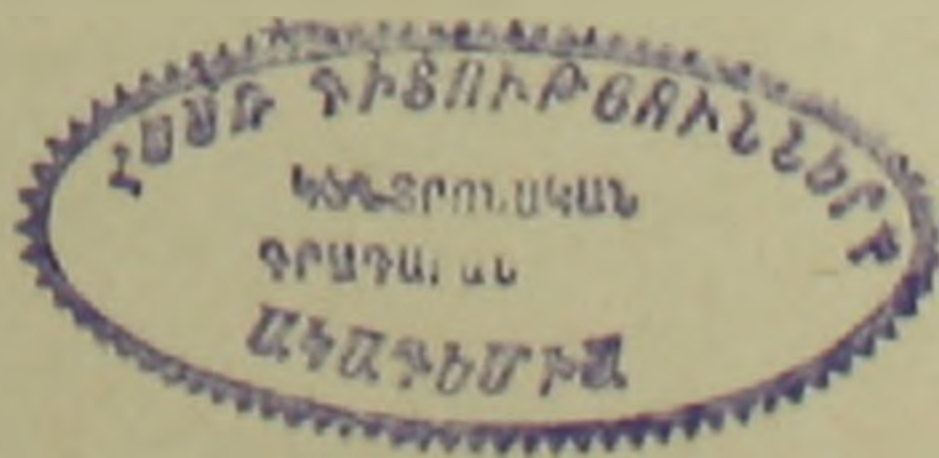
ԻՐ. Ա. ՄՆԱՅԱԿԱՆՅԱՆ

Մի մոտավոր անալիտիկ լուծման մասին ոչ ռելյատիվիստիկ ընդհանրացված
ձգողականության տեսության մեջ

(1-5) աշխատանքներում ուսումնասիրված է ստատիկ զեդա-համաչափ կոնֆիգուրացիաների խնդիրը ոչ ռելյատիվիստիկ ընդհանրացված ձգողականության տեսությամբ, համաձայն որի տիեզերական ձգողության հաստատունը համարվում է կախված զանգվածների բաշխումից տարածության մեջ: Հաշվումները՝ նյութի տարրեր վիճակի հավասարումների համար կատարված են թվայնորեն: Ստացված արդյունքները էապես տարբերվում են սովորական նյութոնյան տեսության համապատասխան արդյունքներից: Այդ իսկ պատճառով հետաքրքիր է համարվում գտնել որևէ մոդելի համար դիտարկվող խնդրի թեկուզ մոտավոր, բայց անալիտիկ լուծում: Ներկա աշխատանքում տրվում է այդպիսի լուծում՝ համասեռ անսեղմելի հեղուկի պարզագույն մոդելի համար: Այն բավականին մեծ ճշտությամբ համընկնում է (1)-ում ստացված թվային լուծման հետ և իր մեջ պարունակում է նշված մոդելի բոլոր առանձնահատկությունները՝ ըստ ոչ ռելյատիվիստիկ ընդհանրացված ձգողականության տեսության:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Կ Ր Ա Վ Ա Ն Ո Ւ Ջ Ո Ւ Ն

1 Г. С. Саакян, М. А. Мнацаканян, Астрофизика, т. 3, 311 (1967). 2 Г. С. Саакян, М. А. Мнацаканян, Астрофизика, т. 4, 182 (1968). 3 Г. С. Саакян, М. А. Мнацаканян, Сообщ. Бюр. обс., т. 41 (1968). 4 М. А. Мнацаканян, Р. М. Авакян, Астрофизика, т. 4, 646 (1968). 5 Г. С. Саакян, М. А. Мнацаканян, Тезисы докладов 5-ой Международной конференции по гравитации и теории относительности, стр. 198, Тбилиси, 1968.



УДК 550.34

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ

Академик АН Армянской ССР А. Г. Назаров, С. А. Пирузян, Л. В. Шахсуварян

Зангезурские землетрясения 1968 года

(Представлено 25/IV 1969)

Юго-восточная часть Армянской ССР является одной из наиболее сейсмоактивных областей Армянского нагорья. Достаточно указать разрушительные землетрясения Вайоц дзора (X век), Сюника (XVII век) и Зангезурское землетрясение 1931 года, особенно сильно проявившееся на границе Сисианского и Кафанского районов Армянской ССР (¹).

9 июня 1968 года в 4 ч. 56 мин. 28 сек. по местному времени в Зангезуре, поблизости от эпицентра землетресения 1931 г. произошло сильное землетрясение. Магнитуда его по данным сейсмической станции „Горис“ равна около 5,4; глубина очага $h = 10-12$ км; координаты эпицентра $\varphi = 39^{\circ}4'$ северной широты и $\lambda = 45^{\circ}9'$ восточной долготы. Последующее определение эпицентра по данным всех кавказских сейсмических станций дало следующие результаты: магнитуда $M = 5,0$; $\varphi = 39^{\circ}3'$; $\lambda = 46^{\circ}1'$; $h = 10-15$ км*.

Обследование по свежим следам последствий землетрясения показало, что наибольшие повреждения и частичные разрушения имели место в населенных пунктах Кафанского района Армянской ССР — г. Каджаран, селах Кейпашин, Ачати, Аджебадж, Лернадзор, Гехи, Чайкенд, Гярд и др., а также селениях Хурс, Нургют и др. Ордубадского района Нахичеванской АССР. В этих пунктах, наиболее близко расположенных к эпицентру, интенсивность землетрясения доходила до 7 баллов по шкале MSK-64 (²). На отдельных локальных участках вследствие неблагоприятных грунтовых и других условий интенсивность сотрясения доходила до 8 баллов. Сотрясения интенсивностью в 5—7 баллов охватили при этом землетрясении приблизительно 9,2 тыс. кв. км.

Помимо повреждений зданий и сооружений, землетрясение вызвало также остаточные деформации на поверхности земли. В ущельях

* Данные эти любезно представлены зав. сейсмич. станцией „Горис“ В. В. Говоряном и зав. сейсмич. сети Армянской ССР С. Г. Баграмяном.

реки Вохчи, Гехи, Аджебадж, Гярд и др. образовались небольшие осыпи скальных пород. В эпицентре землетрясения были обнаружены микро- и макротрещины, в большинстве оползневоего происхождения с раскрытием до 0,3—1,0 м при вертикальном сдвиге 0,3—0,4 м. Кроме этого, была зафиксирована одна крупная, зияющая трещина в интрузивных скальных породах (гранодиориты) на правом возвышенном берегу р. Гехи у села Кейпашин. Максимальное раскрытие трещины равно 0,3—0,4 м при длине около 15 м. Азимут трещины СЗ 300° (рис. 1а)*.

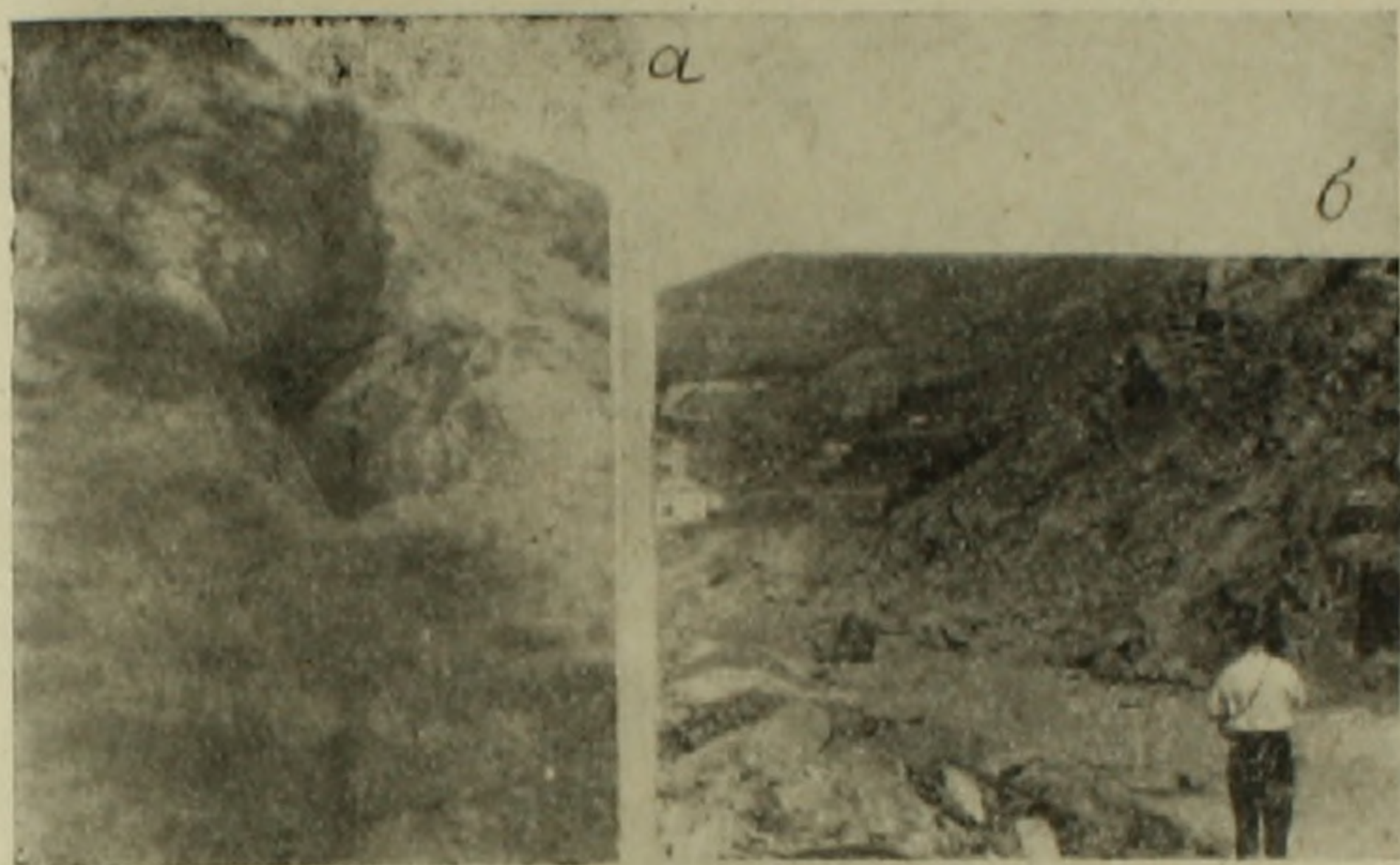


Рис. 1.

а — трещина в скальных породах в эпицентре землетрясения;
б — обвал и осыпи горных пород в плейстосейстовой зоне

После главного толчка имело место более 200 афтершоков с интенсивностью, достигающей в некоторых случаях 4—6 баллов (магнитуды 3,1—4,3). Один из них при магнитуде, равной $M = 4,9$ произошел 1 сентября 1968 г. в 9 ч. 39 мин. 40 сек. по местному времени. Координаты эпицентра этого сильного толчка по инструментальным данным: $\varphi = 39^{\circ}2'$; $\lambda = 46^{\circ}0'$. Глубина очага оценивается в 5—6 км. По предварительным макросейсмическим данным его эпицентр находился несколько западнее эпицентра главного толчка. Описание выше трещины в грунтах эпицентральной области при этом толчке расширились, удлинились и вместе с этим образовались новые трещины отрыва в делювиальных отложениях. В плейстосейстовой зоне, в том числе и в Каджаране, интенсивность проявилась силой около 8 баллов. В ущельях рек Вохчи, Гярд и др. произошли обвалы и осыпи больших масс горных пород, закрывшие шоссе и дороги.

* Трещина была обнаружена и документирована 21 июня 1968 г. С. А. Пирумяном и Л. Н. Рустаповичем. В последующем П. Алоян производил детальное изучение остаточных деформаций в эпицентральной зоне повторного сильного толчка 1 сентября 1968 г.

В результате полевого обследования последствий Загезурских землетрясений 1968 года, был собран большой фактический материал, позволяющий оценить балльность двух наиболее сильных толчков*.

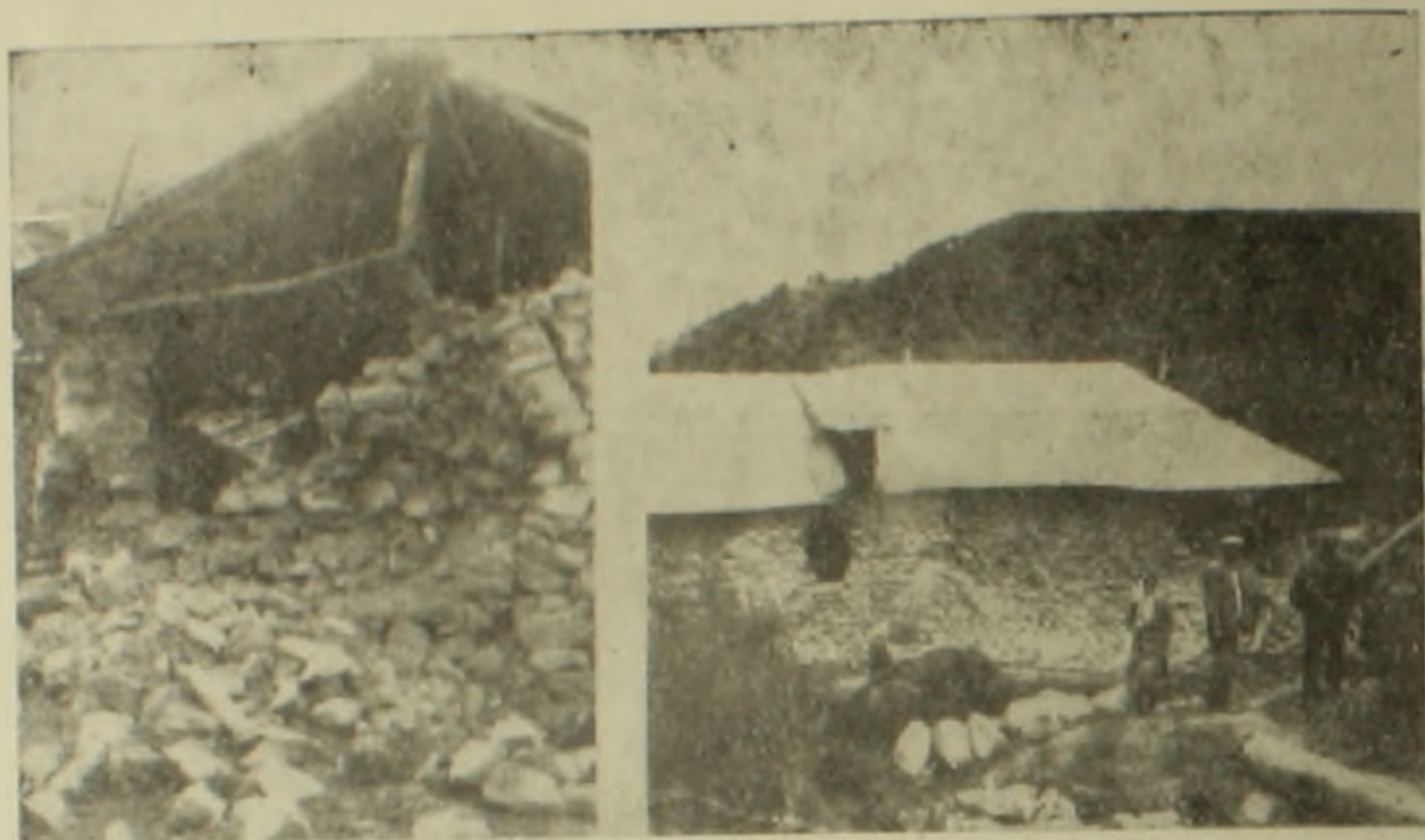


Рис. 2.

Обрушение стен в домах сельского типа

В эпицентральной области землетрясений имелись здания трех типов — А, Б, В, выделяемые по шкале MSK-64 в соответствии с конструктивным решением и примененным строительным материалом. В обследованном районе к зданиям типа А можно отнести дома с несущими стенами из бутовой кладки. В населенных пунктах Гехи, Чайкенд, Гярд, Каджаран и др. почти все дома такого типа при первом землетрясении получили сильные повреждения. На стенах появились большие трещины, иногда сквозные, обрушились дымовые трубы. Некоторые дома частично разрушились. После второго землетрясения в этих домах наблюдались новые повреждения стен, а иногда обрушения отдельных их частей (рис. 2).

К зданиям типа Б отнесены дома, возведенные кладкой системы „мидис“ или комбинированной бутовой кладкой без антисейсмических мероприятий. В упомянутых пунктах после первого землетрясения эти дома имели небольшие трещины в стенах, отколы больших кусков штукатурки, наблюдалось частичное обрушение дымовых труб, а после второго землетрясения — большие трещины в несущих стенах и полное обрушение дымовых труб (рис. 3).

В Каджаране здания типа В (каркасные железобетонные и деревянные дома) получили легкие повреждения — небольшие трещины в штукатурке при первом землетрясении и умеренные повреждения при втором.

* В потрясенной области работали сейсмические экспедиции Института геологии АН Азербайджанской ССР, ИГИС АН Армянской ССР, ЛИСМ Госстроя Армянской ССР, ИФЗ АН СССР и ТИССС АН Таджикской ССР.

Максимальную интенсивность землетрясений 9 июня и 1 сентября 1968 г. в эпицентральной зоне на основе поведения указанных выше типов домов, а также остаточных деформаций в грунтах, согласно

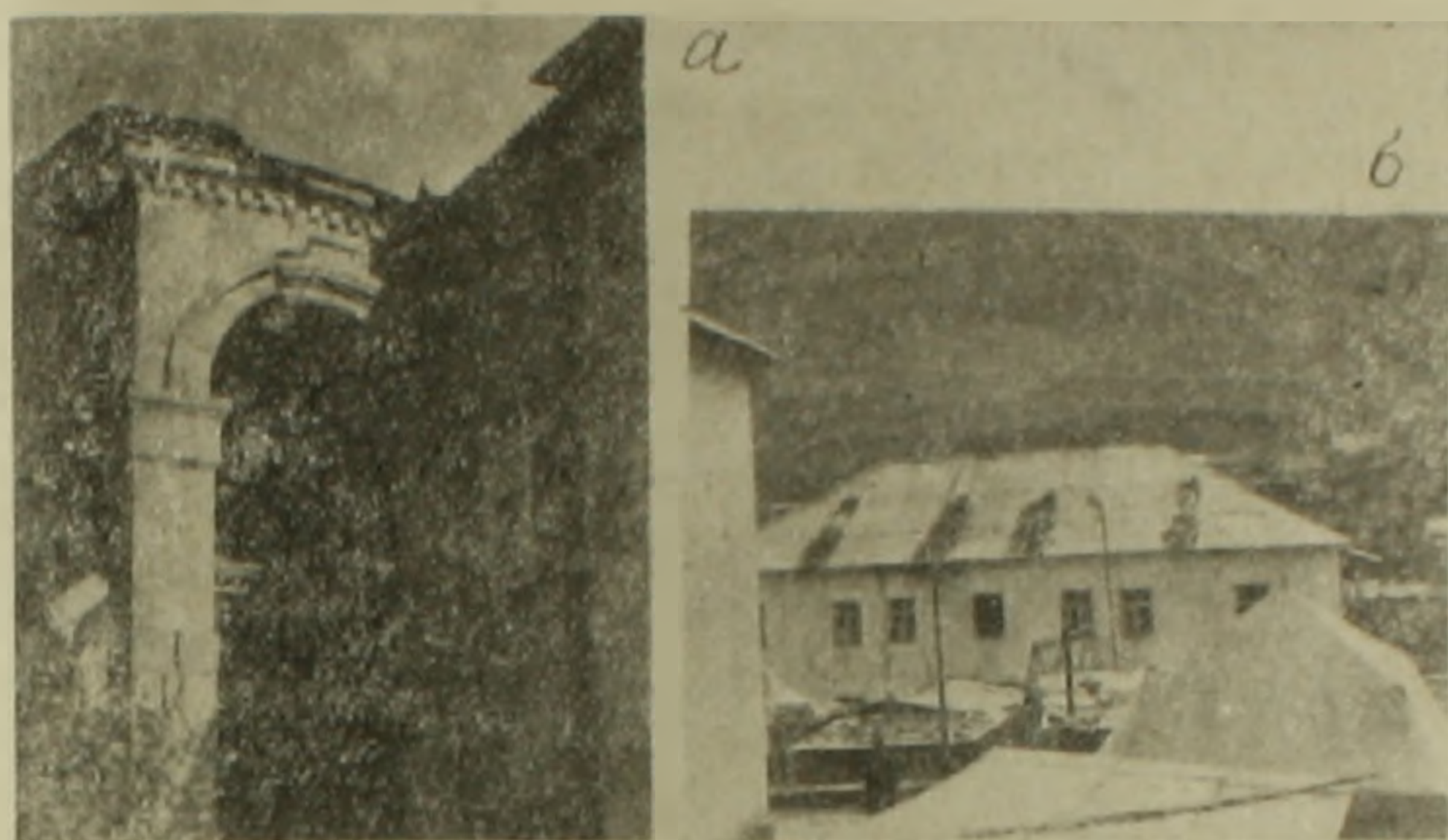


Рис. 3.

а — повреждение кладки системы „мидис“; б — массовое падение труб из кирпичной кладки

шкале MSK-64 можно оценить соответственно в 7 и 8 баллов. Аналогичным способом была оценена интенсивность проявления землетрясения в 5 и 6 баллов на остальной части потрясенной площади. В результате анализа собранного макросейсмического материала была построена карта изосейст землетрясения 9 июня* (рис. 4). Пунктирной линией показано примерное распределение максимальной интенсивности (8 баллов) сотрясения при толчке 1 сентября 1968 г.

Как видно из схемы, эпицентр землетрясения 9 июня 1968 г., определенный по макросейсмическим признакам и в основном по изменениям в рельефе местности, находится около пункта с географическими координатами $\varphi = 39^{\circ}2'$ и $\lambda = 46^{\circ}1'$.

Следует указать, что при обоих описанных толчках землетрясений 1968 г. наиболее сильно пострадал г. Каджаран. В самом эпицентре интенсивность сотрясения была несколько слабее, чем в Каджаране. Не исключена возможность, что чашеобразная структура местности с одним узким выходом в виде ущелья, способствовала накоплению сейсмической энергии. Подтверждением этому является резкое снижение сейсмического эффекта при переходе через перевал в Мегринский район.

Сейсмотектоническая обстановка Закавказских землетрясений 1931 и 1968 годов в общем виде характеризуется следующими данными. Эпицентры этих землетрясений находятся в зоне известного регионального Дебаклинского (Таштунского) разлома (³), являющегося

* По территории Нахичеванской АССР были использованы материалы, любезно представленные Ф. Т. Кулиевым и А. С. Кулиевым.

կենտրոնին և էներգետիկ արժեքին վերաբերող տվյալները, որոնք արված է դործիքային և մակ-
սանյամիկական ուսումնասիրությունների միջոցով:

Հիշված երկրաշարժների հետևանքների ինժեներական տեղադնումների հիման վրա, որոնք
կատարված են շրջանի բազմաթիվ բնակավայրերում և մասնավորապես Քաջարանում ու Ղափա-
նում, վերլուծության է ենթարկվել տարրեր կոնստրուկցիաների ու հարկայնության, ինչպես և
տարրեր շինանյութերից իրականացված կառուցվածքների սեյսմիկական ուժերի տակ աշխատե-
լու վարկիզացիոն ծույց է սրված նրանցում առաջացած վնասվածքների պատճառները:

Հենվելով սեփական ուսումնասիրությունների վրա և սղտվելով գրականության մեջ եղած
կտրիքի, տրված է Ջանգեղուրի շրջանի սեյսմատեկտոնիկայի բնդհանուր պատկերը: Այնու-
հետև բերված է նշված երկրաշարժի համար հեղինակների կողմից կազմված իզոսեյստները
քարտեզը:

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

1 Г. П. Горшков, Геологические условия Зангезурского землетрясения 27 апреля
1931 г., Труды сейсмологического Ин-та АН СССР, № 31, М.—Л., 1933. 2 С. В. Мед-
ведев, В. Ш. Шпонхойер, В. Карник, Международная шкала сейсмической интен-
сности, MSK-64, М., 1967. 3 С. С. Мкртчян, Зангезурская рудоносная область Армян-
ской ССР, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1958. 4 А. А. Габриелян, Основные вопросы
тектоники Армении, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1959. 5 Ш. А. Азизбекова, Геология
Нахичеванской АССР, Изд. АН Аз. ССР, Баку, 1961. 6 Э. Ш. Шихалибеян, Геологи-
ческое строение и история тектонического развития юго-восточной части Малого Кав-
каза, Изд. АН Аз. ССР, Баку, 1966. 7 С. А. Пирузян, ДАН Арм. ССР, т. XLI, № 5
(1965).

УДК 553

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

С. Б. Абовян, Г. М. Геворкян

Некоторые вопросы геологического положения гипербазитов Армянской ССР и перспективы их хромитоносности

(Представлено академиком АН Армянской ССР Н. Г. Магакьяном 26/III 1969)

На территории Армянской ССР гипербазиты слагают два дугообразных пояса СЗ простирания—Севано-Амасийский и Вединский, представляющие собой восточный сегмент крупного Средиземноморского пояса.

В работе рассматриваются гипербазиты Севано-Амасийского пояса, которые в тектоническом отношении входят в Севанскую интрагеосинклинальную зону ⁽¹⁾ или Севано-Акеринский синклинорий ⁽²⁾, характеризующийся интенсивной складчатостью и широким развитием разрывных нарушений. С северной стороны зона по глубинному разлому граничит с Сомхето-Карабахской пологоскладчатой зоной.

Взгляды исследователей на геологическое положение и возраст ультраосновных пород описываемой зоны довольно резко отличаются. Одни обосновывают их верхнеэоценовый возраст и отмечают также наличие более древних галек в отложениях сенона ⁽¹⁻⁵⁾. Другие, наряду с верхнеэоценовыми габброндными интрузивами, выделяют верхнемеловые ультраосновные интрузивы и связанные с ними габбронды ⁽⁶⁾. Третьи считают, что внедрение гипербазитов произошло в три этапа—в туроне-коньяке, в верхнем сеноне и эоцене ⁽⁷⁾. На территории Азербайджанской ССР исследователи сначала также считали их верхнеэоценовыми ⁽⁸⁾, а впоследствии установили их доверхнесенонский возраст ^(2, 9). Некоторые, наряду с верхнеэоценовыми, выделяли доверхнесантонские гипербазиты ⁽¹⁰⁾.

Исследователи гипербазитов Средиземноморского пояса пришли к выводу, что необходимо различать возраст магматического происхождения (палеозой) от времени их тектонического становления (холодного внедрения—в мезозое и палеогене) ⁽¹¹⁻¹³⁾.

По мнению сторонников этой точки зрения ⁽¹⁴⁾ возраст магматического происхождения ультраосновных пород Малого Кавказа* отно-

* Еще в 1939 г. А. Н. Соловкин ⁽¹⁵⁾ в бассейне р. Тертер, подтверждая верхнеэоценовый возраст гипербазитов, допускал наличие мелких изолированных отторженцев, отщипнувшихся от главных массивов и тектонически перемещенных относительно боковых пород в твердом виде.

сится к досеноманскому времени, а в сантоне и верхнем эоцене, а может быть и в туроне происходило холодное внедрение серпентинитовых масс (протрузии).

Из вышеприведенного следует, что существует два подхода к решению вопроса о возрасте ультраосновных пород: 1—выяснение непосредственного взаимоотношения интрузивов с вмещающими породами и 2—допущение тектонического внедрения ультраосновных пород в твердом виде. В первом случае мы допускаем три этапа магматического внедрения гипербазитов—досеноманский, вероятно, палеозойский, нижнесеноманский—докампанский и верхнеэоценовый—доолигоценовый (домноплиоценовый). Во втором случае, следует допустить один досеноманский этап магматического внедрения гипербазитов и последующее их тектоническое выжимание в твердом виде в отложения сенона и палеогена.

Тектоническому внедрению ультрабазитов в твердом виде противоречит наличие постепенных переходов ультраосновных пород в основные, а также отсутствие сплошных зон расланцевания вдоль контактов массивов, которые не учитываются сторонниками этой точки зрения. Как известно, основные породы не обладают теми пластическими свойствами, которыми характеризуются серпентиниты. Правильное решение вопроса истинного геологического положения массивов и выяснение глубины их эрозионного среза имеет также и практическое значение с точки зрения их хромитовосности (12, 16—18).

Пояс ультраосновных и основных пород на описываемой территории прослеживается с перерывами на расстояние 180 км при ширине от 2 до 10 км. Размеры массивов различные—от 0,1 до 60 кв. км. Они образуют узкие линейно вытянутые интрузивные тела типа линз, даек, пластовых тел, реже штоков, лакколитов и интрузивных залежей, приуроченных к сводовым частям антиклинальных складок Базумского, Ширакского и Севанского хребтов. В этом же СЗ направлении простирания складчатости вытянуты длинные оси массивов.

Ультраосновные породы массивов представлены главным образом перидотитами (гарцбургитами, лерцолитами, реже верлитами) и в меньшей степени дунитами и пироксенитами. Породы основного состава—различными габбро, реже габбро-поритами, оливковыми габбро, троктолитами и кварцевыми диоритами. Сопоставление морфологических особенностей перидотитовых и габбровых участков с общей формой и условиями залегания массивов показывает, что дифференциация родоначальной магмы на ультраосновную и габбровую произошла на глубине, до ее внедрения во вмещающие породы. При этом отмечается многофазный характер внедрения магмы. Лишь незначительная часть ее подверглась дифференциации на месте и в этом случае наблюдается постепенный переход ультраосновных пород в основные через троктолиты и оливковые габбро.

В Армении известно более 20 месторождений и рудопроявлений хромита. Из них изученными являются Шоржинское и Джильская группа месторождений. Они генетически связаны с дуниновыми участками (19), большинство которых расположено в контактовых частях массивов.

Формы рудных тел большей частью линзообразные. Редко встречаются тела гнездо-, жило- и столбообразных форм. По текстурным особенностям руды подразделяются на массивные, вкрапленные, тапситовые и подулярные. По минеральному составу они представлены магнохромитом, алюмохромитом и хромникотитом. Нерудные минералы серпентином, реже—оливином, уваровитом, каммереритом, хромдиопсидом, кальцитом и др.

Анализ существующего материала по хромитовым месторождениям (12, 16—1) показывает, что наиболее богатые Cr и бедные Al рудные тела приурочены к средним и нижним частям массивов, а бедные Cr и богатые Al—к верхним. При этом первые отличаются от вторых большими размерами. Кроме того, различия в составах хромитов дают возможность расшифровать сложные проблемы, связанные с тектоническим перемещением гипербазитов (12). Расхождение в составах хромитов объясняется фракционной дифференциацией родоначальной магмы, при которой большие содержания Mg ранее удалялись при кристаллизации оливина. Почти одновременно под воздействием гравитационных сил из расплава удалялся и хромит, в результате чего в остаточной жидкости, все еще содержащей Cr, возрастает соотношение Al_2O_3 к MgO и FeO к MgO , а сама жидкость обогащается Al и Fe. Из этой жидкости в верхних частях гипербазитовых массивов образуются тела относительно богатые Al, по сравнению с телами образовавшимися ранее. Для железа эта тенденция проявляется в значительно меньшей степени. Таким образом, при оценке хромитовых месторождений важно установить, с какой частью эрозионного среза интрузивного массива, в пределах которого располагаются рудные залежи, мы сталкиваемся.

Нами сделана попытка рассмотреть хромитовые месторождения Армянской ССР с этой точки зрения. С целью изучения возможной связи между составом хромитовых залежей и их положением в ультрабазитовых массивах, в нашем распоряжении имеется 33 полных химанализа, характеризующих 22 различных рудопроявлений. Для получения сравнительных значений из анализов рассчитаны хромитовые формулы (в мол. %, табл. 1).

Как видно из таблицы, увеличение количества Al^{3+} компенсируется уменьшением количества Mg^{2+} и наоборот, содержание Mg^{2+} и особенности Cr^{3+} возрастает с уменьшением содержания Al^{3+} , а содержание Fe^{2+} почти не зависит от колебаний других компонентов формуле хромита.

Пробы 11хг, 12хг, 3хг, 3, 13хг, 9хг, 418, 565, 269, 6хг, 10хг, 370, 15хг, 384, 522, 508а, 592, 258, 193, 651, 575, 622, 14хг относятся к рудопроявлениям расположенным вблизи верхних частей Шоржинского Джил-Сатанахачского и Караиман-Зодского массивов. В них повсеместно количество Mg^{2+} преобладает над Al^{3+} . Разница колеблется между 0,038 (10хг) и 0,622 (565) мол. %.

Пробы 5хг, 2хг, 400, 402, 250, 651, 389с, 192, 232, 388 охватывают рудопроявления, расположенные вблизи нижних частей тех же массивов. В них содержание Al^{3+} всегда преобладает над Mg^{2+} . Разница

Химические составы и формулы хромитовых руд СВ побережья оз. Сенан*

Компо- ненты	11хг	12хг	3хг	1***	13хг	9хг	418	565	269	6хг	10хг	370	15хг	384	522	508а	592
Cr ₂ O ₃	52,58	52,43	50,68	53,49	52,43	47,04	50,14	54,77	47,80	46,72	38,01	51,08	39,60	48,30	48,28	47,90	48,81
FeO**	13,76	17,02	16,66	20,31	17,40	23,32	17,12	15,03	22,63	15,57	12,31	17,67	14,48	13,22	15,68	14,36	19,05
SiO ₂	3,32	4,44	4,74	1,76	3,26	5,80	—	1,56	3,50	5,56	10,12	0,62	8,38	—	4,18	4,16	2,66
Al ₂ O ₃	7,26	6,94	6,69	7,68	8,19	5,30	8,90	6,56	7,50	10,95	10,32	9,04	9,86	8,90	10,23	10,10	7,15
MgO	13,57	14,80	15,04	10,87	14,39	13,99	12,22	19,40	14,12	16,88	20,03	15,65	19,40	17,60	20,34	21,40	20,26
MnO	0,14	0,21	0,28	0,22	0,21	0,42	—	—	—	сл.	0,14	—	сл.	—	—	—	—
п.п.п.	0,87	0,55	1,49	—	0,80	1,53	—	—	—	1,77	4,35	—	4,37	—	0,88	1,44	0,30
Cr ³⁺	1,619	1,565	1,557	1,543	1,507	1,480	1,435	1,413	1,392	1,391	1,379	1,372	1,370	1,331	1,309	1,302	1,297
Fe ²⁺	0,448	0,536	0,540	0,620	0,529	0,772	0,518	0,461	0,696	0,490	0,461	0,500	0,527	0,383	0,448	0,411	2,535
Al ³⁺	0,330	0,308	0,300	0,331	0,351	0,249	0,381	0,252	0,326	0,485	0,558	0,360	0,506	0,365	0,413	0,409	0,280
Mg ²⁺	0,597	0,585	0,593	0,500	0,607	0,487	0,666	0,874	0,586	0,634	0,596	0,786	0,597	0,921	0,830	0,878	0,888
Mn ²⁺	0,006	0,006	0,010	0,006	0,006	0,012	—	—	—	—	0,006	—	—	—	—	—	—

Компо- ненты	258	193	5хг	2хг	651	575	400	622	14хг	402	250	631	389с	192	232	388
Cr ₂ O ₃	47,90	48,87	37,38	31,04	41,72	43,42	39,32	41,72	18,31	38,87	34,36	36,72	32,11	35,86	23,40	28,26
FeO**	16,39	12,96	18,10	13,76	16,69	15,31	20,15	18,97	11,73	15,80	17,45	15,69	16,58	14,28	14,65	16,97
SiO ₂	2,34	2,37	7,78	10,52	3,64	4,06	6,12	4,06	6,12	4,06	2,00	3,20	6,42	0,78	9,92	3,12
Al ₂ O ₃	10,42	14,24	12,33	15,04	11,15	14,38	15,77	12,30	3,76	22,70	22,25	23,48	27,85	30,41	20,45	27,20
MgO	20,38	20,49	17,19	18,43	20,08	21,21	16,98	21,77	32,74	13,40	13,42	19,86	17,08	16,44	22,98	14,04
MnO	—	—	0,21	сл.	—	—	—	—	0,28	—	—	—	—	—	—	—
п.п.п.	1,16	0,56	3,52	5,13	1,83	0,60	0,50	—	10,16	—	—	—	0,29	—	6,95	—
Cr ³⁺	1,258	1,239	1,210	1,172	1,148	1,146	1,131	1,102	1,061	1,057	0,958	0,867	0,865	0,856	0,803	0,789
Fe ²⁺	0,456	0,347	0,618	0,548	0,572	0,428	0,610	0,528	0,722	0,453	0,513	0,392	0,472	0,357	0,533	0,501
Al ³⁺	0,410	0,538	0,590	0,851	0,457	0,566	0,673	0,484	0,326	0,918	0,925	0,993	1,120	1,080	1,048	1,132
Mg ²⁺	0,876	0,876	0,575	0,429	0,823	0,860	0,586	0,886	0,874	0,572	0,604	0,748	0,543	0,707	0,616	0,578
Mn ²⁺	—	—	0,007	—	—	—	—	0,017	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечания к таблице 1

Шоржинский массив—нижние залежи: 1 массивная руда (м. р.), 10хг густовкрапленная руда (г. в. р.) — выход № 1; 3хг (м. р.) — выход № 4; 12хг, 13хг (м. р.) — выход № 5; 9хг (м. р.) — выход № 6; 6хг (м. р.) — выход № 7; 370 (м. р.) — тело № 26; 418 (м. р.) — тело № 28; верхние залежи: 5 хг (м. р.) 402 вкрапленная руда (в. р.) — выход № 2; 400 подулярная руда — выход № 3. Джил-Сатанахачский массив — нижние залежи: 193 (м. р.) — месторождение „Главная жила“, 14хг (в. р.), 259, 258 (м. р.) — месторождение „Нижняя“, Дара; верхние залежи: 2хг (м. р.) — месторождение „Ефимовское“, 250, 192 (м. р.) — „Кочкоранское“ месторождение; 389с, 388, 232 (г. в. р.) — месторождение „Верхняя“, Дара. Кисаманский массив 384 (м. р.) — Кисаманское месторождение. Карайман-Зодский массив — Джанахмедское месторождение — нижние залежи: 622 (м. р.) — выход № 2; 651 (м. р.) — выход № 3; 508а (м. р.) — выход № 5; 565 (м. р.) — выход № 6; 592 (м. р.) — выход № 8; верхние залежи: 631 (м. р.) — выход № 17. Инзакдагское месторождение — нижние залежи: 522 (м. р.) — выход № 1; 575 (м. р.) — выход № 2.

Индексом хг обозначены пробы коллекции Г. М. Геворкяна.

* Анализы выполнены в химлаборатории УГ СМ АрмССР. ** Fe₂O₃ пересчитан на FeO. *** Анализ А. Г. Бетехтина (19).

колеблется от 0,015 (5хг) до 0,557 (589с) мол. %. Кроме того они сравнительно бедны окисью хрома.

Для воссоздания картины поведения четырех элементов в рудах залежей верхних и нижних частей рассматриваемых массивов подсчитаны средние значения Cr^{3+} , Fe^{2+} , Al^{3+} и Mg^{2+} в мол. % (табл. 2).

Таблица 2

Средние значения Cr^{3+} , Fe^{2+} , Al^{3+} и Mg^{2+}

Местоположение залежей	Количество проб	Среднее содержание, мол. %			
		Cr^{3+}	Fe^{2+}	Al^{3+}	Mg^{2+}
Верхние	10	0,971	1,500	0,993	0,596
Нижние	23	1,356	1,519	0,391	0,731

Учитывая формы и условия залегания массивов, а также глубины эрозионных срезов, восстановленные на основании залегания вмещающих пород, разница гипсометрических отметок между верхними и нижними залежами составляет 150 м для Шоржинского, от 150 м («Главная жила», «Ефимовское») до 700 м («Нижняя» и «Верхняя» Дарал для Джил-Сатанахачского и 250–350 м для Карайман-Зодского массивов, в которых верхние части соответствуют северным, а нижние—южным частям.

Вышесказанное позволяет выдвинуть следующие основные положения.

Описанные массивы, имея в общем линзо- и пластообразные формы с падением на север, характеризуются наличием внутренней дифференциации. При этом южные части массивов вскрыты эрозией на более глубокие горизонты, чем северные, вследствие чего наиболее богатые Cr и бедные Al руды (магно-хромиты) концентрируются в южных или нижних частях, а бедные Cr и богатые Al руды (хромпикотиты и алюмохромиты)—в северных или верхних частях. Первые характеризуются относительно большими размерами рудных тел, чем вторые.

Исходя из составов хромитов, можно предположить, что рассматриваемые массивы представлены верхними и средне-нижними частями, что в свою очередь указывает на отсутствие тектонически разобитых и перемещенных друг относительно друга блоков. Учитывая также наличие постепенных переходов ультрабазитов в габброиды можно отнести слагающие ими массивы к образованиям, залегающим на месте их первоначального магматического становления.

Наиболее перспективными на хромит участками являются южные или средне-нижние части Шоржинского, Джил-Сатанахачского и Ка-

ранман-Зодского массивов, где должны быть сосредоточены дальнейшие геолого-разведочные работы с применением бурения и геофизических работ.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Ս. Բ. ԱՐՈՎՅԱՆ, Գ. Խ. ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

Հայկական ՍՍՀ հիպերբազիտների երկրաբանական դիրքի ուղղահայեցներ և նրանց բրոմիապրեքուրյունը

Քննարկվում է Հայկական ՍՍՀ հիպերբազիտային զանգվածների և քրոմիտային հանքաձայրերի տեղադրման պայմանները, կառուցվածքը և կազմը: Բնորոշվում է քրոմիտային մարմինների կազմի կապը զանգվածների կրողիոն կտրվածքների հետ — Շք ափերի հարուստ և Ալ աղբառ մարմինները տեղադրված են միջին և ստորին, իսկ Շք աղբառ և Ալ հարուստ մարմինները՝ վերին մասերում: Լեռնաշխարհները տարբերվում են երկրորդներից նաև իրենց մեծ չափսերով: Քրոմիտային մարմինների կազմերի այդ տարբերությունները հայտ է բերում հիպերբազիտային զանգվածներում դիֆերենցիացիայի առկայությունը և տեկտոնապես իրարից անջատված և տեղաշարժված բլոկների բացակայությունը: Նշված հատկանիշներով առանձնացված և առաջարկված են հետախույզական աշխատանքների համար ափերի հեռանկարային քրոմիտարեր տեղամասեր:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ К. Н. Паффенгольц, Геологический очерк Кавказа, Изд. АН АрмССР, 1959.
² Э. Ш. Шихалибейли, Труды Совещ. по тектонике Альп, геосинкл. обл. Юга СССР, 1956.
³ К. Н. Паффенгольц, Труды ВГРО, вып. 219, 1934.
⁴ С. Б. Абоян, Геология и полезные ископаемые северо-восточного побережья озера Севан, Изд. АН Арм. ССР, 1961.
⁵ Г. М. Геворкян, «Известия АН АрмССР», Науки о Земле, т. XIX, № 4 (1966).
⁶ Т. Ш. Татевосян, «Известия АН АрмССР», сер. физ.-мат. ест. и техн. наук, т. III, № 2 (1950).
⁷ А. Т. Аслияня, Региональная геология Армении, Айпетрат, 1958.
⁸ М. А. Кашкай, Основные и ультраосновные породы Азербайджана, Изд. АН Аз. ССР, 1947.
⁹ М. А. Кашкай, Ш. И. Аллахвердиев, Листвениты, их генезис и классификация, Изд. АН Аз.ССР, 1965.
¹⁰ Л. Н. Леонтьев, В. Е. Ханн, ДАН СССР, т. XV, № 1 (1949).
¹¹ G. Hlsslelther, Ib Geol. Bundenstalt, Sonderband 11, Wien, 1951—52.
¹² G. van der Knaaden, Bull. Mineral. res. and exploration of Turkey, № 52, 1959.
¹³ A. Helke, Econ. Geol., v. 57, № 6, 1962.
¹⁴ А. Л. Книппер, Ю. Д. Костанян, «Известия АН СССР», сер. геол., № 10 (1964).
¹⁵ А. И. Соловкин, Интрузивы и интрузивные циклы Азербайджанской ССР, Изд. АН Аз.ССР, 1939.
¹⁶ Н. В. Павлов, Г. А. Соколов, Некоторые закономерности и размещение хромитовых месторождений в Кемпирсайском ультраосновном плутоне, включая скрытые рудные тела, Госгеолтехиздат, 1963.
¹⁷ Н. В. Павлов, И. И. Чипрынина, «Геология рудных месторожд.», IX 12, 1967.
¹⁸ С. С. Зимин, «Геология и геофизика», № 10, 1963.
¹⁹ А. Г. Бетехтин, Хромиты СССР, Изд. АН СССР, т. 1, 1937.

УДК 551.7

СТРАТИГРАФИЯ

С. С. Мкртчян, С. В. Казарян

О возрасте Шнохского массива кварцевых диоритов

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. С. Мкртчяном 4/IV 1969)

Шнохский массив кварцевых диоритов, обнажающийся на площади 100 кв. км в пределах Алавердского и Ноемберянского районов Армянской ССР, с давних пор привлекает к себе внимание исследователей.

Интерес проявляемый к этому массиву обусловлен нахождением эндо- и экзоконтактовых его частях месторождений и проявлений руд цветных и черных металлов, а также тем, что он является в известной мере репером для определения возраста других интрузивов Сомхетской Карабахской геотектонической зоны Малого Кавказа. Ряд исследователей (А. Т. Асланян, И. Г. Магакьян, С. И. Баласанян и др.) относят интрузию к нижнемеловому времени, основываясь на фактах прорывания ею вулканогенных образований верхней юры и нахождения галек и валунов интрузивных пород в верхнемеловых отложениях. Последние относились к сеноману, а конгломераты с гальками и валунами интрузивных пород считались базальными, залегающими в основании верхней меловой толщи.

В подтверждение приводились так же результаты петрографического изучения пород, слагающих массив и галек из пластов конгломератов показавшие их сходство. Произведенные же определения абсолютного возраста пород массива так же указывали на их нижнемеловый возраст.

За последние годы в результате детальных геологических исследований был получен новый фактический материал, который позволяет пересмотреть установившиеся представления о возрасте указываемого массива.

В 1965—1966 гг. Г. А. Туманяном при производстве геологической съемки в толще осадочных пород, подстилающих «ноемберянские» конгломераты и прорываемых интрузией была собрана фауна, среди которой В. Т. Акопяном были определены: *Actaeonella grandis* Pilsbry; *Haustator cf. nodosus* Roem; *Actaeonella crassa* [DuRoi]; *Cardium productum* Sow.; *Neithea cf. regularis* Schloth; *Neithea substriatocosta* d'Orb.; *Plesioptygmatis nobilis* Münst; *Pecten (Chlamys) septemplanatus* Sow.

lus Nilss; *Protocardia hillana* Sow.; *Crassatellites* sp., указывающая на верхнемеловой возраст вмещающих ее отложений.

Нами установлен непрерывный и согласный разрез верхнемеловых отложений и наличие многочисленных пластов конгломератов в этой толще на разных стратиграфических горизонтах. Пласты конгломератов, обнажающихся у дороги Ноемберян-Джуджеван («ноемберянские») являются одними из них и несомненно представляют внутриформационные образования.

Изучение разреза верхнемеловых отложений по направлению от дороги Ноемберян-Джуджеван к вершине горы Кондох показало, что пласты имеют в основном моноклинальное залегание с падением на юго-запад под углами $10-30^\circ$ по направлению к массиву (рис. 1).

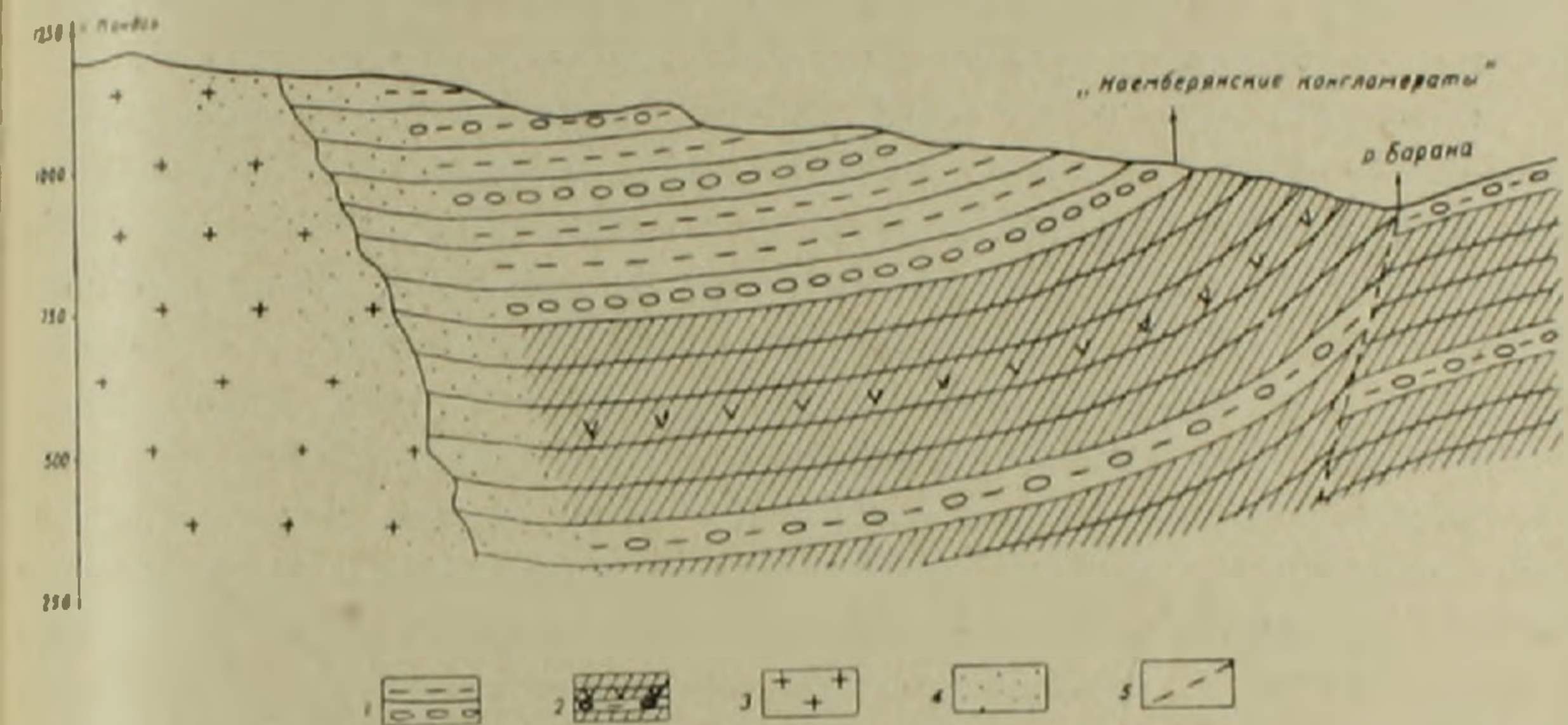


Рис. 1. Схематический геологический разрез по линии: «Ноемберянские конгломераты» — г. Кондох

1 — верхний коньяк-нижний сантон — конгломераты, с гальками интрузивных, вулканогенных и субвулканических пород различного петрографического и химического состава внутриформационной природы; песчаники и туфопесчаники; окварцованные известняки; дацитовые туфы, туффиты и др.; 2 — верхний турон-нижний коньяк: туфопесчаники; конгломераты, с редкими включениями галек интрузивных пород; туфоконгломераты, известняки и другие, чередующиеся с мало мощными потоками вулканогенных пород среднего состава; 3 — Шнохский массив кварцевых диоритов, прорывающий верхний коньяк-нижнесантонские отложения; 4 — контактовые изменения: прогоникование, окварцевание и пиритизация; 5 — разрывное нарушение

Непосредственно у контакта с последним развиты метаморфизованные породы (кварциты, метаморфические сланцы, роговики, гибридные породы), образовавшиеся в результате воздействия интрузии на верхнемеловые осадочные отложения и вулканогенные породы. Наличие последних дало основание некоторым исследователям относить породы, развитые в приконтактной зоне к верхней юре и тем самым отрицать более молодой, чем нижний мел, возраст интрузии.

В связи с отмеченным залеганием пород, ясно, что вверх по склону горы, к контакту с интрузией, обнажаются все более и более верхние горизонты верхнего мела, что исключает нахождение здесь пород юры

без допущения крупного разлома, для которого нет основания. Следует также отметить, что небольшие тела интрузивных пород диоритового состава бесспорно прорывающие верхнемеловые отложения отмечены на небольшом расстоянии от Шнохского массива к юго-западу от него.

В свете изложенного не вызывает сомнения, что Шнохский массив прорывает весь комплекс верхнемеловых образований и так же как и Банушский интрузив, секущий в своей западной части, у вершины горы Лалвар, породы среднего эоцена, должен быть отнесен к третичному, а точнее к послесреднеэоценовому времени. Это вполне согласуется с наблюдениями К. Н. Паффенгольца, В. Г. Грушевого, А. Л. Додина, Б. С. Вардапетяна, М. В. Гзовского, О. С. Степаняна и др., относившие в свое время интрузию так же к третичному возрасту.

В связи с приведенными данными получают свое объяснение и некоторые особенности металлогении Алавердского рудного района*.

В юго-западной части этого района, где широко развиты эоценовые отложения и где интрузивные породы обнажаются на поверхности в виде небольших тел, представляющих вероятно апикальные части залегающих на глубине массивов, развито преимущественно свинцово-цинковое оруденение (месторождения Привольненской и Бабаджанской групп, Круглая шишка, рудопоявления у селений Ягдан, Когес, Ардви и др.). В большей части Алавердского административного района, где эоценовые и меловые отложения удалены эрозией и на поверхности обнажаются юрские вулканогенные образования, а интрузивные массивы обнажаются на больших площадях своими более глубинными частями, развито преимущественно медное оруденение (Алавердское, Шамлугское и др. месторождения).

Возвращаясь к возрасту Шнохского массива кварцевых диоритов, следует отметить, что нахождение галек и валунов интрузивных пород внутри верхнемеловой толщи очевидно необходимо связывать с размытием более древних интрузивных массивов, гальки которых установлены нами также в юрских отложениях (на западном фланге Ахтальского месторождения). Следует указать, что породы сходные по составу с гальками ноябрьских конгломератов установлены за последнее время в пределах Локского массива. Что касается абсолютного возраста пород Шнохского массива, то в свете изложенного необходимо тщательно проверить методику его определения.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

И. И. ИСХАКЯН, И. Ч. ЧАДЖИАН

Հնդի կվարցային դիորիտների զանգվածի հասակի մասին

1966—68 թթ. տարված հետազոտությունների շնորհիվ ստացված նոր փաստերի հիման վրա հնդիակները ապացուցում են Հնդի կվարցային դիորիտների զանգվածի երրորդական հասակը.

* Охватывает Алавердский, Ноябрьский и части Кироваканского, Калининского и Степанаванского административных районов.

որոնք իրեն հաստատում է Կ. Ն. Պաֆենհոլցի, Վ. Կ. Գրուշևսկի, Ա. Լ. Գոդինի, Բ. Ս. Վարդա-
նյանի, Մ. Վ. Գրոմսկու և Օ. Ս. Ստեփանյանի այդ հարցի վերաբերյալ վաղուց հրատարակ-
ված տեսակետը:

Միաժամանակ հեղինակները նշում են, որ Շնողի կլարոջային դիորիտների դանդաղածի ստու-
յան կազմի հասակի կոդանակիցների տեսակետը պետք է վերանայվի:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Շ Ո Ւ Մ Ե Ր Ն

1 А. Т. Аслanian, Региональная геология Армении. Аипетрат, Ереван, 1958. 2 С. И. Баласanian, Интрузивный магматизм Сомхето-Кафанской зоны, Изд. Ереванского госуниверситета, Ереван, 1963. 3 Г. П. Багдасарян, Абсолютное датирование текто-
но-магматических циклов и этапов оруденения по данным 1964 г. (XIII сессии). Изд.
«Наука», М., 1966. 4 Б. С. Варданетян, «Известия АН АрмССР», т. XV, № 5 (1962).
5 Н. Г. Магакьян, ДАН АН АрмССР, т. XVIII, № 4 (1966). 6 О. С. Степанян, Геология
и стратиграфия северной Армении. Научные труды Ереванского госуниверситета,
Ереван, 1950.

УДК 577.1

С. Г. Мовсесян, Р. А. Мирзоян, академик АН Армянской ССР Г. Х. Бунятян

Участие деамино-НАД в окислительном фосфорилировании в митохондриальной фракции мозга кроликов

(Представлено 18/III 1969)

Ранее было показано, что в митохондриальной фракции мозга кроликов происходит образование деамино-НАД (Д-НАД) из НАД за счет деаминирования остатка аденина (¹⁻³). Проведенные исследования позволили предположить, что Д-НАД играет существенную роль в метаболизме мозговой ткани и, в частности, в окислительно-восстановительных процессах. Так, например, добавление Д-НАД к непромытой митохондриальной фракции вызывает некоторое усиление эндогенного дыхания. При этом значительно повышается сопряженное фосфорилирование, благодаря чему резко возрастает коэффициент Р/О (⁴). В связи с полученными данными представляло интерес изучить влияние Д-НАД на дыхание и фосфорилирование в митохондриях мозга в присутствии добавленных субстратов окисления.

Подопытными животными служили кролики. После декапитации животного быстро извлекали мозг, помещали в раствор охлажденной сахарозы рН 7,4 и гомогенизировали в стеклянном гомогенизаторе с пестиком из тефлона в течение 30 секунд.

Митохондрии изолировали по ранее описанному методу (¹⁻²), однократно промывали раствором 0,25М сахарозы. Инкубационная смесь (2 мл) содержала в микромолях: субстраты окисления—26,0 или 1,4, фосфат калия—27,0 трис—30,0, MgSO₄—12,0, глюкоза—56,0, АТФ—2,0, Д-НАД—2,8, НА—16,4 и 1 мг кристаллической гексокиназы. В опыте брали 0,5 мл митохондриальной фракции, что соответствовало 500 мг свежей ткани; инкубацию проводили при 26° в течение 30 минут в атмосфере воздуха. Поглощение кислорода измеряли манометрическим методом. Фосфор определяли методом Лоури и Лопеса (⁵), в модификации Пила и Лохмэна (⁶).

Проведенные исследования показали, что скорость поглощения кислорода и убыли неорганического фосфата в сопряженных митохондриях (критерием сопряженности служил коэффициент Р/О) (табл. 1, 1, II

Таблица 1

Влияние Д-НАД на окислительное фосфорилирование в митохондриальной фракции мозга кроликов

№ п/п	Условия опыта	ΔP	ΔO	P (%)
I	Глутамат (26 мк.м)	$25,6 \pm 0,98$ (7)	$11,8 \pm 0,18$ (7)	$2,1 \pm 0,91$ (7)
Ia	Глутамат (1,4 мк.м)	$2,9 \pm 0,69$ (5)	$3,0 \pm 0,25$ (5)	$0,8 \pm 0,3$ (5)
Iб	Глутамат (1,4 мк.м) + Д-НАД	$8,1 \pm 0,9$ $P < 0,001$ (5)	$4,5 \pm 0,55$ $P < 0,001$ (5)	$1,9 \pm 0,26$ $P = 0,01$ (5)
II	Сукцинат (26 мк.м)	$21,0 \pm 1,1$ (6)	$15,0 \pm 0,9$ (6)	$1,4 \pm 0,18$ (6)
IIa	Сукцинат (1,4 мк.м)	$2,8 \pm 0,14$ (7)	$2,7 \pm 0,3$ (7)	$1,1 \pm 0,18$ (7)
IIб	Сукцинат (1,4 мк.м) + Д-НАД	$9,1 \pm 1,0$ $P < 0,001$ (7)	$5,2 \pm 0,8$ $P < 0,002$ (7)	$1,9 \pm 0,2$ $P < 0,002$ (7)
III	α -кетоглутарат (26 мк.м)	$13,0 \pm 1,2$ (5)	$5,5 \pm 0,5$ (5)	$2,4 \pm 0,06$ (5)
IIIa	α -кетоглутарат (1,4 мк.м)	$3,5 \pm 0,4$ (6)	$4,2 \pm 0,14$ (6)	$0,9 \pm 0,26$ (6)
IIIб	α -кетоглутарат (1,4 мк.м) + Д-НАД	$12,8 \pm 0,8$ $P < 0,001$ (6)	$7,8 \pm 0,9$ $P < 0,002$ (6)	$1,7 \pm 0,17$ $P < 0,002$ (6)

ΔP — убыль неорганического фосфата (в мкатамах фосфора на пробу).

ΔO — поглощение кислорода (в мкатамах O_2 на пробу).

III) в присутствии избытка всех компонентов окислительного фосфорилирования (субстрата, АТФ и др.) однозначна как в присутствии Д-НАД, так и без него. Отсутствие изменений в окислительном фосфорилировании митохондрий можно было объяснить тем, что в этих условиях окисление и фосфорилирование протекает с максимальной скоростью, в силу чего действие Д-НАД не проявляется.

Исходя из полученных данных мы попытались выявить действие Д-НАД в условиях недостаточности одного из компонентов окислительного фосфорилирования, в частности, субстрата окисления. Известно, что концентрация субстрата является одним из факторов, лимитирующих скорость окислительного фосфорилирования (⁷). Проведенные исследования показали, что уменьшение концентрации субстратов окисления в 25 раз ниже оптимального приводит к падению интенсивности как дыхания, так и фосфорилирования. При понижении концентрации глутаминовой кислоты (до 1,4 мк.м) синтез АТФ значительно снижается (примерно в 9 раз). Поглощение кислорода понижается в меньшей степени, вследствие чего P/O уменьшается в 2,5 раза (табл. 1, Ia). В случае сукцината угнетение дыхания и фосфорилирования происходит

примерно в равной степени (величина Р/О уменьшалась всего на 20%) (табл. I, IIa). Что касается α -кетоглутаровой кислоты, то снижение ее концентрации в меньшей степени отражается на интенсивности дыхания по сравнению с глутаматом и сукцинатом. Однако, как и в случае окисления глутаминовой кислоты, наблюдалось снижение Р/О вследствие большого снижения уровня фосфорилирования, чем дыхания.

Из данных, приведенных в табл. I (Iб, IIб, IIIб) видно, что добавление Д-НАД одновременно с низкими концентрациями субстрата (α -кетоглутаровой, глутаминовой и янтарной кислот) приводит к ясно выраженному стимулированию процесса окислительного фосфорилирования. Д-НАД значительно (в 1,5—2 раза) усиливает потребление кислорода митохондриями в присутствии всех трех окисляемых субстратов. При этом скорость синтеза АТФ возрастает почти в три раза. Таким образом, Д-НАД повышает не только общий уровень окислительного фосфорилирования, но и более выражено, по сравнению с окислением, усиливает процесс фосфорилирования, т. е. Д-НАД увеличивает сопряжение (Р/О возрастает примерно вдвое).

Из полученных данных видно, что сопрягающее действие Д-НАД не зависит от природы использованного субстрата: Д-НАД одинаково стимулирует окисление и сопряженное с ним фосфорилирование субстратов, окисляющихся через НАД (глутамат и α -кетоглутарат), а также субстрата (сукцинат), окисление которого происходит за счет переноса электронов непосредственно на ФАД, минуя НАД. Это дает возможность полагать, что точкой приложения действия Д-НАД является 2 или (и) 3 пункт фосфорилирования в дыхательной цепи, локализованные между ФАД и кислородом. Однако, для окончательного решения вопроса о механизме действия Д-НАД требуются дальнейшие исследования.

Институт биохимии
Академии наук Армянской ССР

II. Կ. ՄԱՍԻՆՈ-ՆԱԴ-Ի, Բ. Ա. ՊԵՐՋՈՅԱՆ, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Հ. Խ. ԲՈՒՆՅԱՆՔՅԱՆ

Դեամինո-նԱԴ-ի մասնակցությունը օքսիդացիոն ֆոսֆորիլացմանը նազառնների գլխուղեղի միտոկոնդրիալ ֆրակցիայում

Կատարված էետազոտությունների արդյունքները վկայում են այն մասին, որ ուղեղային էյուսվածքի միտոկոնդրիալ ֆրակցիայում դեամինո-նԱԴ-ը նշանակալից չափերով խթանում է մի շարք սուբստրատների (դյուտամատ, α -կետոդյուտատ, սուկցինատ և այլն) օքսիդացումը ևրր ևրանք օդտադործվում են փոքր թանակներով: Հետաքրքրական է նշել, որ դեամինո-նԱԴ-ի ազդեցության ներքո խթանվում է ոչ միայն շնչառության, այլև անորդանական ֆոսֆատի (ս-թերիֆիկացման պրոցեսը, բնդորում վերջինս ավելի ակնառու չափերով: Ստացված տվյալները հանկեցնում են այն եզրակացության, որ դեամինո-նԱԴ-ի հանդիսանում է օքսիդացիոն ֆոսֆորիլացման կարևորագույն պործոններից մեկը:

Եախնական փորձերը թույլ են տալիս ենթադրելու, որ դեամինո-նԱԴ-ի ազդեցությունը կապված է շնչառական շղթայի ֆոսֆորիլացման 2-րդ կամ 3-րդ օղակի հետ:

1 С. Г. Мовсесян и Г. Х. Бунятян, ДАН ССР, т. 41, № 3 (1965). 2 Г. Х. Бунятян, и С. Г. Мовсесян, Вопросы биохимии мозга, изд. АН Арм. ССР, 2, 5, 1966. 3 G. Ch. Bunlattan, S. G. Mousseslan, VII Intern. Congr. Biochem. Abstr. V. Tokyo, 1967, p. 1022. 4 Г. Х. Бунятян и С. Г. Мовсесян, ДАН АрмССР, т. 45, № 5 (1967). 5 O. Lowry, A. Lopez, J. Biol. Chem. 162, 421 (1946). 6 C. L. Peel and K. L. Loughman, Biochem. J. 65, 709 (1957), 7 B. Chance, G. R. Williams. Advan. Enzym. 17, 65 (1956).

УДК 631.547

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Академик М. Х. Чайлахян, К. Г. Азарян

**Влияние гиббереллина и ретарданта на рост растений
длиннодневных видов в связи с фотопериодической индукцией**

(Представлено 15/V 1969)

Влияние ретардантов типа ССС, т. е. хлорхолнихлорида, на рост и развитие растений исследовано достаточно широко и разносторонне (1-4).

При этом было показано, что влияние ретардантов на рост растений длиннодневных видов прямо противоположно влиянию гиббереллинов, и также, как стимуляция роста при воздействии гиббереллинами является наиболее эффективной у розеточных растений, торможение роста под влиянием ретардантов более отчетливо проявляется на видах, имеющих на коротком дне розеточную или кустовую форму (пшеница, капуста абиссинская, рудбекия, белена) и в меньшей мере на стебельных формах (горчица, люпин). Влияние гиббереллинов на рост растений короткодневных видов более сложно и отличается той особенностью, что у многих из них (хризантема, перилла, соя) при слабых концентрациях происходит стимуляция, а при высоких — задержка роста; причем задержка роста вызывается концентрациями растворов в десять раз большими, чем у длиннодневных видов.

Таким образом, была установлена различная чувствительность длиннодневных, нейтральных и короткодневных видов к действию ретардантов, которая, по-видимому, связана с различным соотношением природных или эндогенных гиббереллинов и ингибиторов типа ретардантов, характерных для этих трех фотопериодических групп растений (4).

В связи с этим, представляло интерес сравнительное изучение влияния извне даваемых или экзогенных гиббереллинов и ретардантов на рост длиннодневных видов в различных условиях длины дня и при различной фотопериодической индукции. Известно, что у всех растений, независимо от характера их фотопериодической реакции, в том числе и у длиннодневных видов, на длинном дне содержание природных стимуляторов роста — ауксинов и гиббереллинов значительно больше, чем на коротком дне и повышается при индукции растений длинным днем (5-8). Вместе с тем, за последнее время было показано, что на коротком дне у некоторых древесных и травянистых растений содержание ингибиторов больше, чем на длинном дне (9-12). Таким образом, давно установленная закономерность, что рост растений идет интенсивнее на длинном и за-

держивается на коротком дне, получила объяснение в соотношении эндогенных стимуляторов и ингибиторов роста.

Наши опыты проводились в вегетационном домике Института физиологии растений АН СССР в 1965 г. с растениями двух длиннодневных видов рудбекии (*Rudbeckia bicolor*), имеющей розеточную форму на коротком дне, и горчице белой (*Sinapis alba*), имеющей стебельную форму как на коротком, так и на длинном дне. Растения выращивались на коротком дне, а с начала опыта, 10/VI, были разделены на четыре группы по фотопериодическому режиму согласно схеме: 1) постоянный короткий 9-часовой день, 2) индукция 7 длинными днями (10—17/VI), 3) индукция 14 длинными днями (10—24/VI), 4) постоянный длинный 18-часовой день. Растения каждой из четырех групп, в свою очередь, были разделены на три варианта: 1) растения опрыскивались до полного смачивания 0,005%-ным раствором гиббереллина (гибберелловой кислоты) два раза в неделю в течение 5 недель; 2) растения опрыскивались 0,02%-ным раствором ретарданта бромхолинбромида (БСБ)—аналога ретарданта хлорхолинхлорида (ССС) в те же сроки; 3) контрольные растения опрыскивались водой, и каждый вариант брался в четырехкратной повторности.

В течение опыта проводились промеры растений и наблюдения за развитием растений, результаты которых приводятся на рис. 1 и 2 и в табл. 1.

Действие гиббереллина и ретарданта на рост растений выявилось вполне отчетливо, при обработке гиббереллином все растения были выше контрольных, а при обработке ретардантом—ниже контрольных (за исключением рудбекии на коротком дне).

Вместе с тем, эффект гиббереллина и ретарданта в различных условиях фотопериодического режима был различен. У рудбекии эффект гиббереллина был наибольшим на коротком дне, где в контроле была розетка, а у опытных растений стебель высотой 67 см (рис. 1 а), большим при 7 и 14-дневной индукции, где различия в высоте были 64 и 68 см (рис. 1, б, в) и наименьшим на длинном дне, где различие в высоте было 38 см (рис. 1, г). Эффект ретарданта, наоборот, был наименьшим на коротком дне, где и контрольные и опытные растения оставались в фазе розетки (рис. 1, а), большим при 7 и 14-дневной индукции и в меньшей мере на длинном дне—различия в росте 21, 29 и 18 см (рис. 1, б, в, г).

Таким образом, введение гиббереллина извне давало большой эффект у тех растений, у которых уровень содержания природных гиббереллинов был низким или недостаточным (короткий день, 7 и 14-дневная индукция). Соответственно этому, введение ретарданта извне давало большой эффект в тех условиях, где содержание природных ингибиторов уменьшалось или было на низком уровне (7 и 14-дневная индукция и длинный день).

Подобная картина наблюдалась и у горчицы, но с тем отличием, что у этого вида, более чувствительного к длине дня, воздействие 14-дневной индукции и постоянного длинного дня было настолько сильным, что

эффект гиббереллина и ретарданта в этих вариантах был мало заметным (рис. 2, а, 1) и проявлялся лишь в вариантах короткого дня и 7-дневной индукции. Эффект гиббереллина у горчицы был больше на коротком



Рис. 1. Влияние гиббереллина и ретарданта на рост и цветение рудбекии в связи с фотопериодической индукцией
а — короткий день; б — 7-дневная индукция; в — 14-дневная индукция; г — длинный день: 1, 4, 7, 10 — контрольные растения; 2, 5, 8, 11 — растения, обработанные ретардантом; 3, 6, 9, 12 — растения, обработанные гиббереллином

дне — различие в высоте растений 18 см (рис. 2, а) и меньше при 7-дневной индукции — различие в высоте 3 см (рис. 2, б). Эффект ретар

данта, наоборот, был меньше на коротком дне — различие 15 см (рис. 2) и больше при 7-дневной индукции — различие 30 см (рис. 2, б).

В действии гиббереллина и ретарданта на цветение растений рудбе-

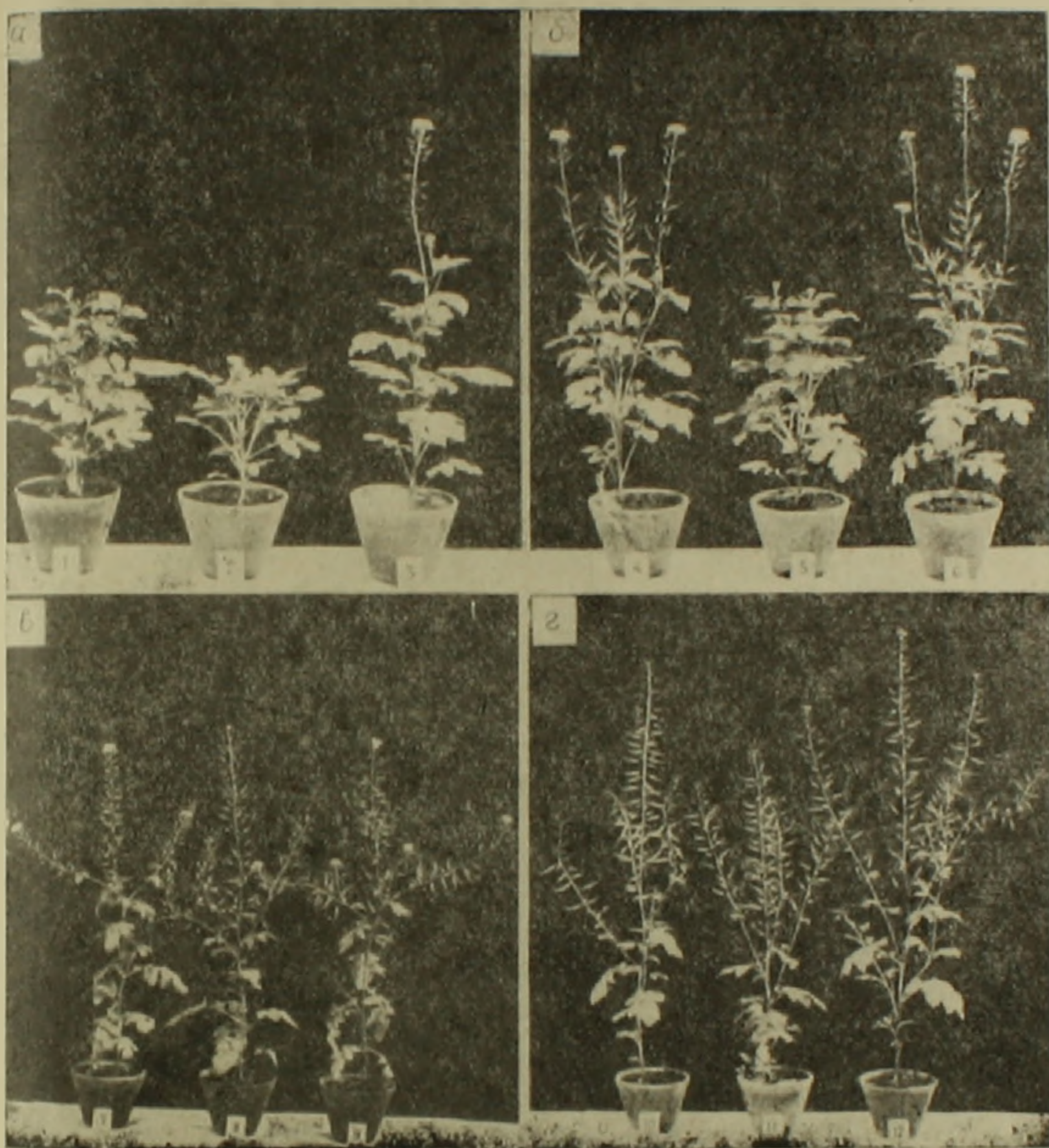


Рис. 2. Влияние гиббереллина и ретарданта на рост и цветение горчицы белой в связи с фотопериодической индукцией

а — короткий; б — 7-дневная индукция; в — 14-дневная индукция; г — длинный день. 1, 4, 7, 10 — контрольные растения; 2, 5, 8, 11 — растения, обработанные ретардантом; 3, 6, 9, 12 — растения, обработанные гиббереллином

ки и горчицы проявились те же закономерности, что и в действии на рост. Ускоряющее цветение влияние гиббереллина проявлялось в условиях короткого дня и индукции, но не в условиях длинного дня. Задерживающее цветение влияние ретарданта проявлялось в условиях индукции и длинного, но не короткого, дня.

Приведенные в настоящей работе данные свидетельствуют о том, что эффект экзогенных гиббереллинов и ретардантов, вводимых извне в растения длиннодневных видов, зависит от условий фотопериоди-

Таблица 1

Влияние гиббереллина и ретарданта на рост и цветение растений в различных условиях фотопериодического режима (1965 г.)

Вариант опыта		Рудбекия		Горчица	
длина дня	обработка	цветение	высота растений к концу опыта, см	цветение	высота растений к концу опыта, см

С т р е л к о в а н и е

Короткий день	Гиббереллин	26/VI	67	4/VI	50
	Контроль	Нет	Розетка	—	52
	Ретардант	Нет	Розетка	—	17
7-дневная индукция	Гиббереллин	25/VI	89	22/VI	66
	Контроль	16/VII	25	23/VI	63
	Ретардант	25/VII	4	24/VI	33

Ц в е т е н и е

14-дневная индукция	Гиббереллин	16/VII	142	22/VI	72
	Контроль	24/VII	74	24/VI	72
	Ретардант	29/VII	75	24/VI	70
Длинный день	Гиббереллин	15/VII	154	22/VI	86
	Контроль	15/VII	116	22/VI	79
	Ретардант	20/VII	98	24/VI	72

ческого режима, которые регулируют соотношение эндогенных гиббереллинов и ингибиторов. В связи с этим, весьма перспективным представляется сопоставление учетов процессов роста и цветения с балансом экзогенных и эндогенных регуляторов роста.

Институт физиологии растений
Академия наук СССР
Ереванский государственный университет

Ազատեմիկոս Մ. Բ. ՉԱՅԼԱՆՅԱՆ, Կ. Դ. ԱԶԱՐՅԱՆ

Գիրերելլինի և ռետարդանտի ազդեցությունը երկաթօրյա բույսերի
անման վրա ֆոտոպերիոդիկ ինդուկցիայի նետ կապված

Հարեչական կազմերի և ուղղրեկիայի բույսերը սրսկվել են գիրերելլինաթթվի 0,005%-անոց և CCC-ռետարդանտի 0,02%-անոց լուծույթներով, շարաթական 2 անգամ 5 շարաթվա ընթացքում, բույսերի տարրեր խմրերը գտնվել են կարճ օրվա, 7 և 14-օրյա ինդուկցիայի և երկար օրվա պայմաններում:

Պարզվել է, որ գիրերելլինը առավել բարձր ազդեցություն է գործում կարճ օրվա պայմաններում և բարձր էֆեկտ է առաջացնում 7 և 14-օրյա ինդուկցիայի պայմաններում, իսկ երկար օրում նրա ազդեցությունը թույլ է: Ռետարդանտը ուժեղ է ազդում 7 և 14-օրյա ինդուկցիայի ղեպքում և երկար օրվա պայմաններում, թույլ է ազդում կարճ օրում:

Նկատի ունենալով այն փաստը, որ երկար օրում բնական խթանիչների քանակը բույսերում ավելի բարձր է, իսկ ինհիբիտորներին՝ կարճ օրում, կարելի է հաշվել, որ էկզոգեն գիրերելլինը և ռետարդանտը ազդում են ավելի ուժեղ օրվա այն տևողության ղեպքում, երբ բույսերի մեջ պարունակվող բնածին կարգավորիչների քանակը ցածր է:

ЛИТЕРАТУРА — ТРИЦЦЬПРЪЗОРЪ

- 1 H. M. Cathey, Annual Rev. Plant Physiol., 15, 271 (1964).
- 2 М. Х. Чайлахян, Доклады Ереванского симпозиума по онтогенезу высших растений, Изд. АН АрмССР, 1966.
- 3 М. Х. Чайлахян, "Химия в сельском хозяйстве", № 9, 26—30 (1967).
- 4 М. Х. Чайлахян, В. Г. Кочанков, "Физиология растений", т. 14, в. 5, 773—784 (1967).
- 5 М. Х. Чайлахян, Л. П. Жданова, ДАН СССР, т. 19, 107—111, 219—224, 305—308 (1938).
- 6 J. Bonner, Plant Physiology, v. 15, 319—325 (1940).
- 7 М. Х. Чайлахян, В. Н. Ложникова, "Физиология растений", т. 7, 521 (1960).
- 8 М. Х. Чайлахян, В. Н. Ложникова, "Физиология растений", т. 9, 21 (1962).
- 9 J. Nitsch, Amer. Soc. Hort. Sci., 70, 512—525 (1957).
- 10 Harada and J. P. Nitsch, Plant Physiology, 34 (1959).
- 11 M. Kawase, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 78, 532—544 (1961).
- 12 L. Michalski, Acta Soc. bot. Polah 34, 2 (1965).

УДК 612.827

ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Е. В. Папоян

Электрофизиологические корреляты условных рефлексов, образованных на раздражение зубчатого ядра мозжечка

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР С. А. Бакушем 21/IV 1969)

За последние годы опубликован ряд работ, показавших изменение поздних колебаний вызванных потенциалов коры мозга при выработке и упрочении условных рефлексов у людей и животных (1-4). Средних большой интерес представляют исследования электрофизиологических изменений потенциалов вовлечения при выработке условных рефлексов на низкочастотное раздражение неспецифических структур зрительного бугра (5, 6). Основным результатом проведенных исследований явилось доказательство возникновения дополнительных колебаний вызванных корковых реакций в процессе упрочения условнорефлекторного акта (7, 8). Этому вопросу посвящено настоящее исследование. В работе прослеживалось изменение мозжечково-корковой импульсации в процессе выработки пищедобывательных условных рефлексов образованных на низкочастотное раздражение зубчатого ядра мозжечка у кошек. Опыты проводились на 6 нормальных кошках с хронически вживленными электродами в область передней и задней сигмовидной извилины и средней супрасильвиевой извилины обеих полушарий коры головного мозга. Раздражающие биполярные электроды стереотаксически вживлялись в зубчатое ядро мозжечка. Выработка условного рефлекса производилась путем сочетания электрического раздражения ядра мозжечка с подачей кусочков мяса. Изолированное действие условного раздражителя составляло 3—5 сек, интервал между сочетаниями составлял 2—3 минуты. В конце экспериментов производился гистологический контроль локализации глубоких электродов.

Условный раздражитель—низкочастотное раздражение зубчатого ядра мозжечка с частотой 7 имп./сек вызывало в коре мозга реакцию сходную с реакцией вовлечения, с периодическим чередованием фаз нарастания и убывания амплитуды потенциалов и изменением скрытого периода (9, 10). Реакция вовлечения регистрировалась из области по-

передней и задней сигмовидной извилины, а также из средней супрасиль-
невой извилины обеих полушарий коры мозга. Каждый потенциал
реакции вовлечения характеризовался основной поверхностно-отрица-
тельной волной со скрытым периодом 8—15 мсек, амплитудой 80—175
мкВ и длительностью 7—16 мсек. Ей предшествовало небольшое поло-
жительное отклонение. Редко, после основной отрицательной волны ре-
гистрировались нерегулярные положительные отклонения.

Пищедобывательный условный рефлекс на такого рода раздражи-
тель для своего установления требовал более длительной тренировки,
чем условный рефлекс, вырабатываемый на экстероцентивные раздра-
жители. Условный рефлекс появлялся к 40—60 сочетанию и укреплял-
ся к 150—180. В процессе упрочения условного рефлекса наблюдались
изменения в форме потенциала вовлечения (ПВ): стабилизировалась и
увеличивалась в амплитуде поздняя положительная волна, позже по-
являлся дополнительный, положительно-отрицательный комплекс от-
клонений, который при дальнейших сочетаниях увеличивался в ампли-
туде и к 300—450 сочетанию отрицательный компонент дополнительного
комплекса достигал или превосходил по амплитуде основной отрица-
тельный компонент ПВ. Дополнительный отрицательный компонент
иногда осложнялся добавочной отрицательной волной (рис. 1). Подоб-

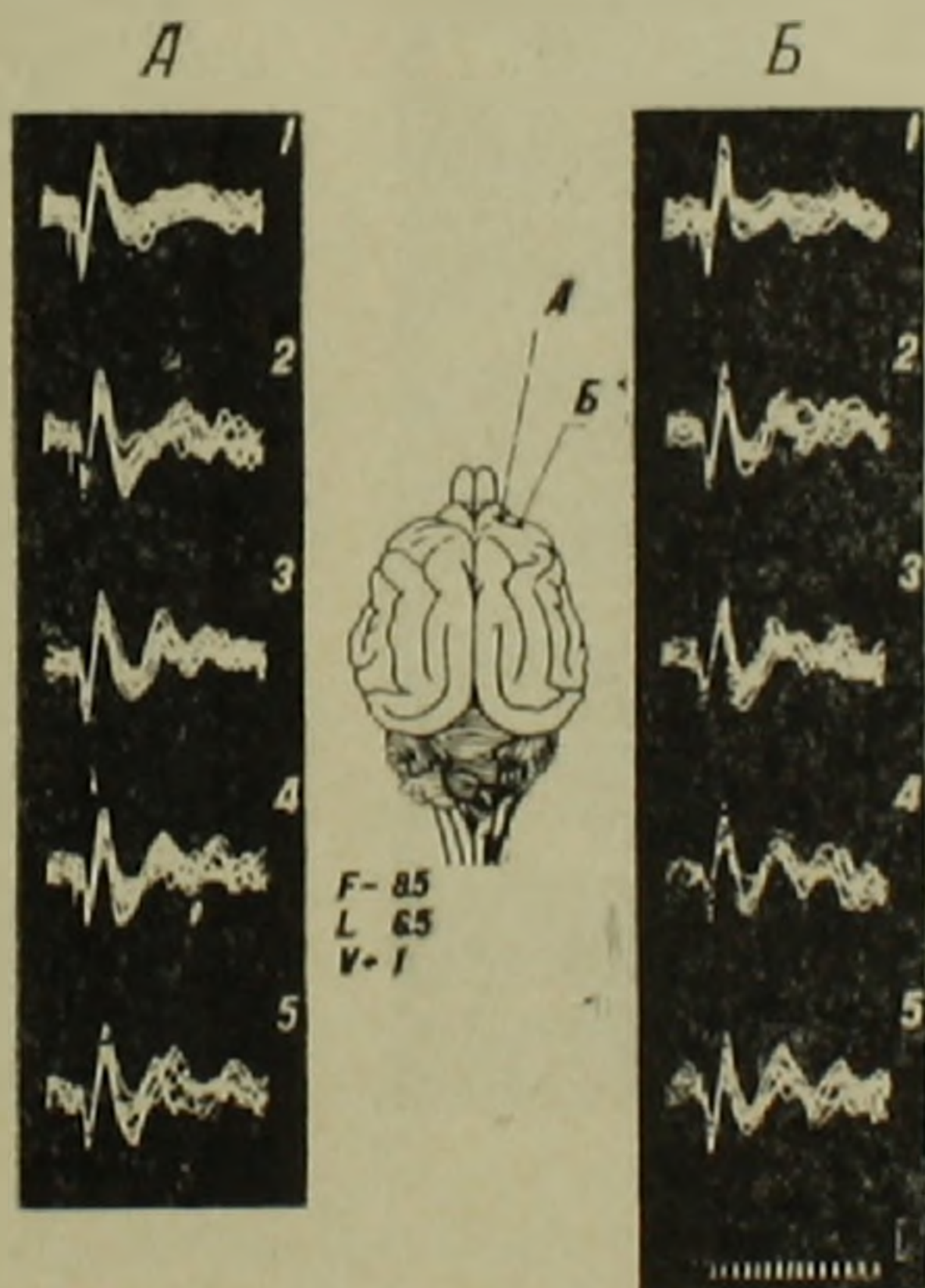


Рис. 1. Динамика изменений потенциалов вовлечения в процессе упрочения поло-
жительного условного рефлекса. Возрастающее порядковое число цифр спра-
ва — указывает на увеличение количества сочетаний в различные опытные дни.
Расположение регистрирующих электродов показано на схеме. Раздражается
контралатеральное зубчатое ядро мозжечка (7 имп./сек; 0,1 мсек), калибровка
0,1 мВ; отметка времени — 5 мсек. Здесь и на остальных рисунках отклонение
луча вверх — отрицательность под активным электродом

ное изменение в узоре ПВ наблюдалось только в области передней и задней сигмовидной извилины, преимущественно контралатерального полушария коры мозга. Условнорефлекторная природа возникновения дополнительных компонентов ПВ выявилась при угашении условного рефлекса. Последнее способствовало развитию сонного состояния, на фоне которого условный рефлекс не выявлялся. При этом сложная картина ПВ претерпевала обратную эволюцию: вначале исчезали дополнительные положительно-отрицательные колебания, а затем позднее положительное колебание ПВ. В стадии глубокого торможения наблюдалось подавление основных компонентов ПВ.

Эволюция изменения ПВ, наблюдаемая при упрочении условного рефлекса, повторялась при изолированном действии условного раздражителя. Дополнительный комплекс ПВ формировался в течение трех секунд изолированного действия условного раздражителя. Условнорефлекторная природа изменений ПВ подтверждается также фактом, что при применении низкочастотного раздражения зубчатого ядра в качестве дифференцировочного раздражителя не наблюдаются осложнения основных компонентов ПВ дополнительными колебаниями.

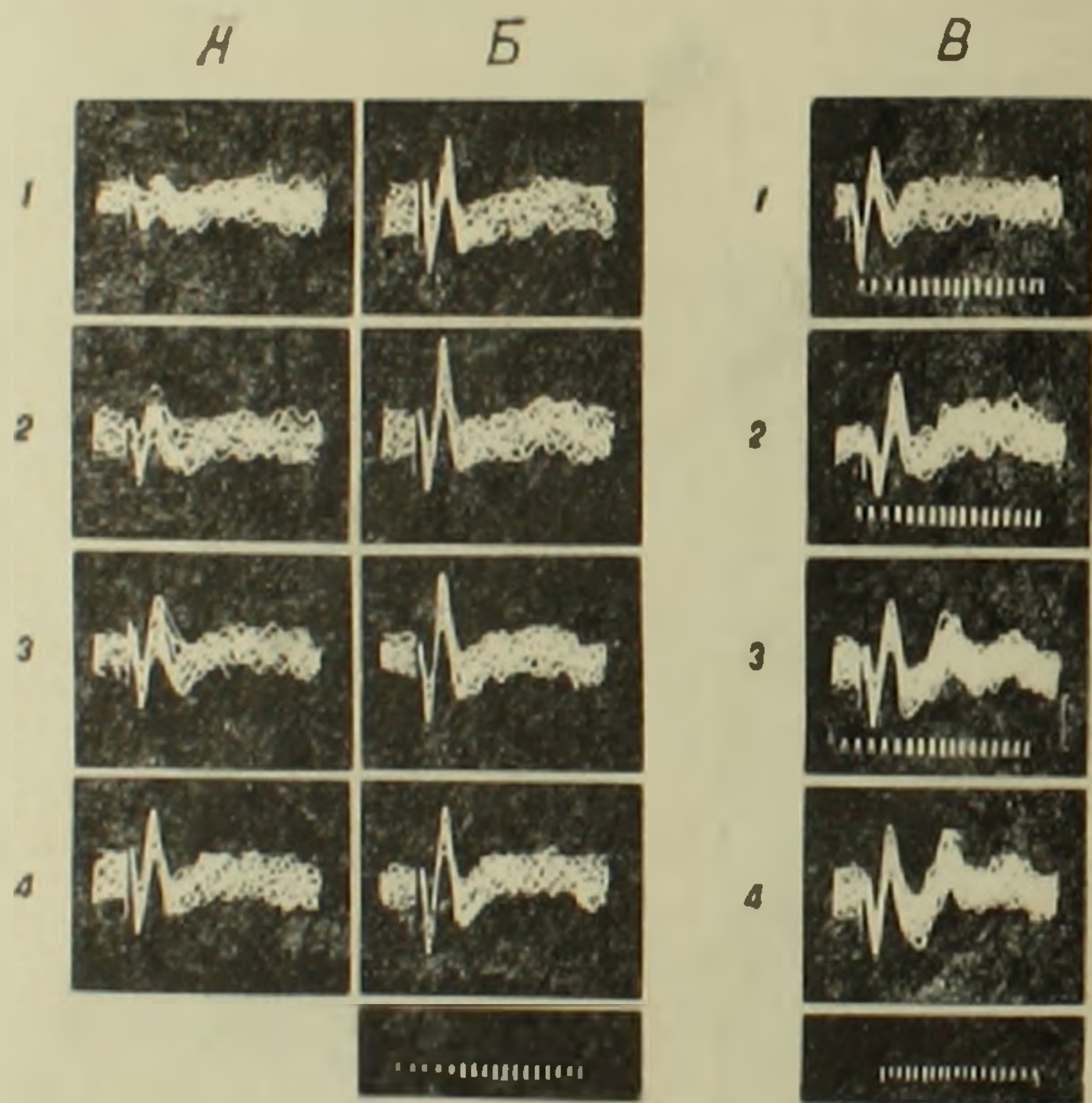


Рис. 2. Потенциалы реакции вовлечения в процессе увеличения интенсивности раздражения зубчатого ядра (АБ) и при упрочении положительного условного рефлекса (В). Цифры слева от АБ показывают увеличение интенсивности раздражения от 15 до 50 в. Цифры слева от В — увеличение количества сочетаний в различные опытные дни. Раздражается зубчатое ядро мозжечка (7 имп./сек; 0,5 мсек). Регистрируются потенциалы задней сигмовидной извилины контралатерального раздражению полушария. Калибровка—0,1 мв; отметка времени—6,6 мсек

Имеется основание предполагать, что дополнительные волны ПВ возникают не в результате интенсификации мозжечково-корковой импульсации в процесс выработки условного рефлекса, а в результате воз

возникновения нового источника синхронной импульсации. За это говорит тот факт, что увеличение силы раздражающего тока, приложенное к зубчатому ядру мозжечка, способствуя увеличению амплитуды потенциала, не приводит к возникновению новых дополнительных колебаний (рис. 2). Иная картина наблюдалась при приложении к зубчатому ядру мозжечка двух стимулов, изолированных определенным временем нанесения (рис. 3).

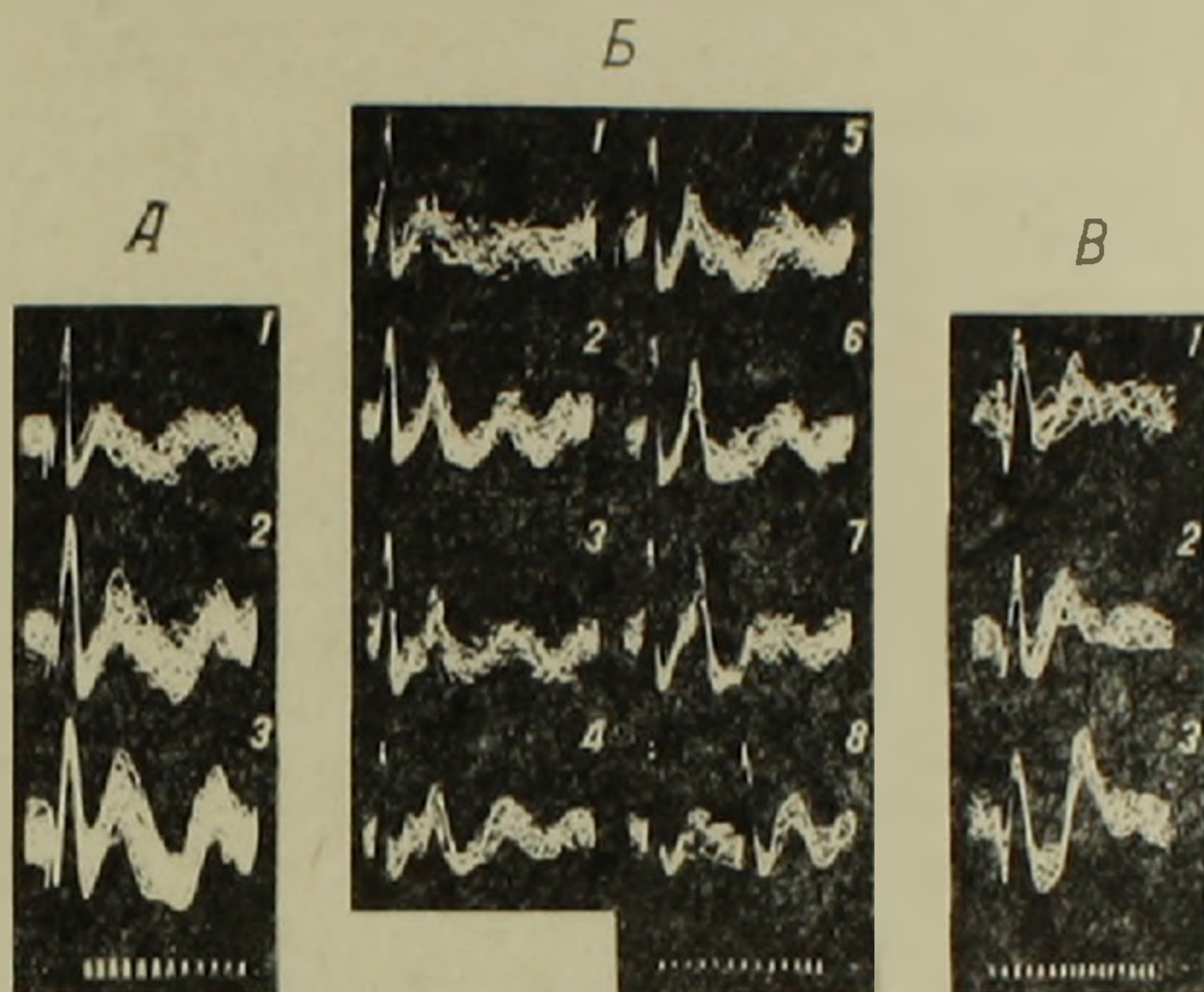


Рис. 3. Сопоставление формы нового комплекса дополнительных компонентов, образующихся при упрочении положительного условного рефлекса (АВ) с динамикой выявления второго потенциала на парную стимуляцию зубчатого ядра мозжечка, при переменном времени нанесения стимулов (Б). Возрастающие порядковые номера цифр под (АВ) указывает на увеличение количества сочетаний в различные опытные дни. Возрастающие цифр под (Б) указывает на изменение времени нанесения стимулов от 8,5 до 72 мсек. Раздражается зубчатое ядро мозжечка (7 имп./сек; 0,1 мсек). Регистрируется задняя сигмовидная и виллиная контралатерального раздражению полушария коры мозга. Калибровка — 0,1 мв, отметка времени — 10 мсек

В этих случаях потенциалы вовлечения, возникающие на первый стимул, осложняются дополнительным комплексом, являющимся результатом нанесения второго стимула. Внешне полученная картина потенциала вовлечения не отличается от наблюдаемой при упрочении двигательного условного рефлекса. Можно предположить, что возникновение второго синхронного залпа импульсов в коре мозга при упрочении двигательного-пищевого условного рефлекса связывается с механизмом специализации и локализации двигательного условного рефлекса.

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

Ուղեղիկի ատամնաձև կորիզի զբոսման վրա առաջացված պայմանական ռեֆլեքսների էլեկտրաֆիզիոլոգիական կոռելյատները

Հարժողական սենդային պայմանական ռեֆլեքսների մշակման պրոցեսում կատարվել է ուղեղի կեղևային իմպուլսացիայի փոփոխությունների էլեկտրաֆիզիոլոգիական վերլուծությունը:

Ցույց է տրված, որ ուղեղի կեղևում ընդգրկման ռեակցիա առաջացնող ատամնաձև կորիզից անցած համախանությունները գրգռումը կարող է դառնալ հարժողական սենդային պայմանական ռեֆլեքսի պայմանական գրգռիչ: Պայմանական ռեֆլեքսի ամրացման ընթացքում հրեան է դառնում ընդգրկման պոտենցիալների լրացուցիչ կոմպլեքսը՝ Այդ փոփոխությունները, ընդգրկման պոտենցիալների համակարգում կապված են հարժողական պայմանական ռեֆլեքսի մասնագիտացման և տեղակայման պրոցեսների հետ:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Դ Ր Ա Կ Ի Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

- 1 А. Н. Ройтбак, в кн. Проблемы современной физиологии нервной и мышечной системы, стр. 242, Тбилиси, 1956.
- 2 В. С. Русинов, в кн. Электроэнцефалографическое исследование высшей нервной деятельности, стр. 288, изд. АН СССР, М., 1962.
- 3 Ф. Морреал, в кн. Электроэнцефалографическое исследование высшей нервной деятельности, стр. 54, Изд. АН СССР, М., 1962.
- 4 Р. С. Мнухина, Электрофизиологические исследования условнорефлекторных реакций и их анализ в свете теории Н. Е. Введенского, Л., 1964.
- 5 Э. А. Асратян, Ж. высш. нервн. деят., 15, 202 (1965).
- 6 Э. А. Асратян, Ж. высш. нервн. деят., 17, 896 (1967).
- 7 Г. Т. Сахиулина, Э. Б. Любчинский, Ж. высш. нервн. деят., 16, 729 (1966).
- 8 Г. Т. Сахиулина, Э. Б. Любчинский, Ж. высш. нервн. деят., 18, 555 (1968).
- 9 В. В. Фанарджян, Физиол. ж. СССР, 48, 1059 (1963).
- 10 В. В. Фанарджян, Регуляторные механизмы восходящего влияния мозжечка, Ереван, 1966.

