

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

XXXIII, № 3

1961

Խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Գ. Ս. ԴԱՎԹՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս,
Վ. Մ. ԹԱՌԱՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ քղբակից-անդամ,
Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադե-
միկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ (պատ. խմբագրի
տեղակալ), Ս. Ս. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ
ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՌ ԳԱ
ակադեմիկոս, Մ. Մ. ԶՐԻԱՇՅԱՆ, ՀՍՍՌ
ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագիր):

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

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Մաթեմատիկա

Հ. Բ. Ներսիսյան — Սեփական արժեքների վերաբերյալ մի խնդրի մասին . . . 97

Ֆիզիկա

Գ. Մ. Ղարիբյան — Արագ մասնիկների անցումը նյութի շերտի միջով . . . 103

Օրգանական քիմիա

Հ. Տ. Շառյան և Է. Ե. Հովհաննիսյան — Բուտեն-2-դիսուլֆոքլորիդների 1,4-սինթեզը և նրանց փոխադեցությունն ամինոմիացությունների հետ 111

Փայտանյութագիտություն

Գ. Ա. Արզումանյան և Մ. Վ. Մամիկոնյան — Հայաստանում աճող հաճարենու ընտանյալի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները 119

Հանքաբանություն

Ա. Ի. Կարապետյան — Ռենյերիտի և գերմանիտի օսլոնիկական հաստատունների քանակական բնութագիրը 129

Միկրոբիոլոգիա

Հ. Կ. Փանոսյան, ՀՍՍՌ ԳԱ Թղթակից-անդամ, Ռ. Շ. Հարությունյան և Ն. Ա. Ավետիսյան — Նոր տվյալներ ադոտորալոներների էկոլոգիայի մասին 135

Ֆիզիոլոգիա

Ռ. Ի. Պողոսյան — Ներվային համակարգության վրա իոնիզացիոն ճառագայթման ազդեցության մեխանիզմի հարցի շուրջը 139

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Математика	
<i>А. Б. Нерсисян</i> —Об одной задаче на собственные значения	97
Физика	
<i>Г. М. Гарибян</i> —Прохождение быстрых частиц через пластину вещества	105
Органическая химия	
<i>Г. Т. Есаян и Э. Е. Оганесян</i> —Синтез бутен-2-дисульфохлоридов-1,4 и их взаимодействие с аминсоединениями	111
Древесиноведение	
<i>Г. А. Арзуманян и М. В. Мамиконян</i> —Физико-механические свойства древесины бука, произрастающего в Армении	119
Минералогия	
<i>А. И. Карапетян</i> —Количественная характеристика оптических постоянных реньерита и германита	129
Микробиология	
<i>А. К. Паносян</i> , чл.-корресп. АН Армянской ССР, <i>Р. Ш. Арутюнян и Н. А. Аветисян</i> —Новые данные об экологии азотобактеров	135
Физиология	
<i>Р. И. Погосян</i> —К вопросу о механизме действия ионизирующей радиации на нервную систему	139

МАТЕМАТИКА

А. Б. Нерсисян

Об одной задаче на собственные значения

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. М. Джрбашяном 10/X 1961).

Ниже приводятся некоторые биортогональные системы, получаемые по схеме работы (1) и связанные с определенными задачами на собственные значения для дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом. В случае постоянного запаздывания изучаются биортогональные разложения по указанным системам.

1°. Рассмотрим на отрезке $[0, l]$ ($l < +\infty$) следующую задачу на собственные значения

$$(A) \begin{cases} y'(x) = \lambda \{y(x) + q(x)y(x - \Delta(x))\} & (0 \leq x \leq l < +\infty) \end{cases} \quad (1)$$

$$y(0) = 1 \quad (2)$$

$$y(l) = \alpha \quad (3)$$

где $\Delta(x) \geq 0$, $\Delta(l) < l$, $\Delta'(x) \leq \theta < 1$ ($0 \leq x \leq l$),

а комплекснозначная функция $q(x) \in L_1(0, l)$ удовлетворяет условию

$$q(x) \equiv 0 \quad \text{при} \quad x - \Delta(x) < 0. \quad (4)$$

Обозначив

$$x - \Delta(x) \equiv \varphi(x), \quad \varphi^{-1}(x) \equiv \psi(x)$$

$$q^*(x) = \begin{cases} 0 & \text{при} \quad \varphi(l) < x < l \\ q(\psi(x))\psi'(x) & \text{при} \quad 0 \leq x \leq \varphi(l) \end{cases} \quad (5)$$

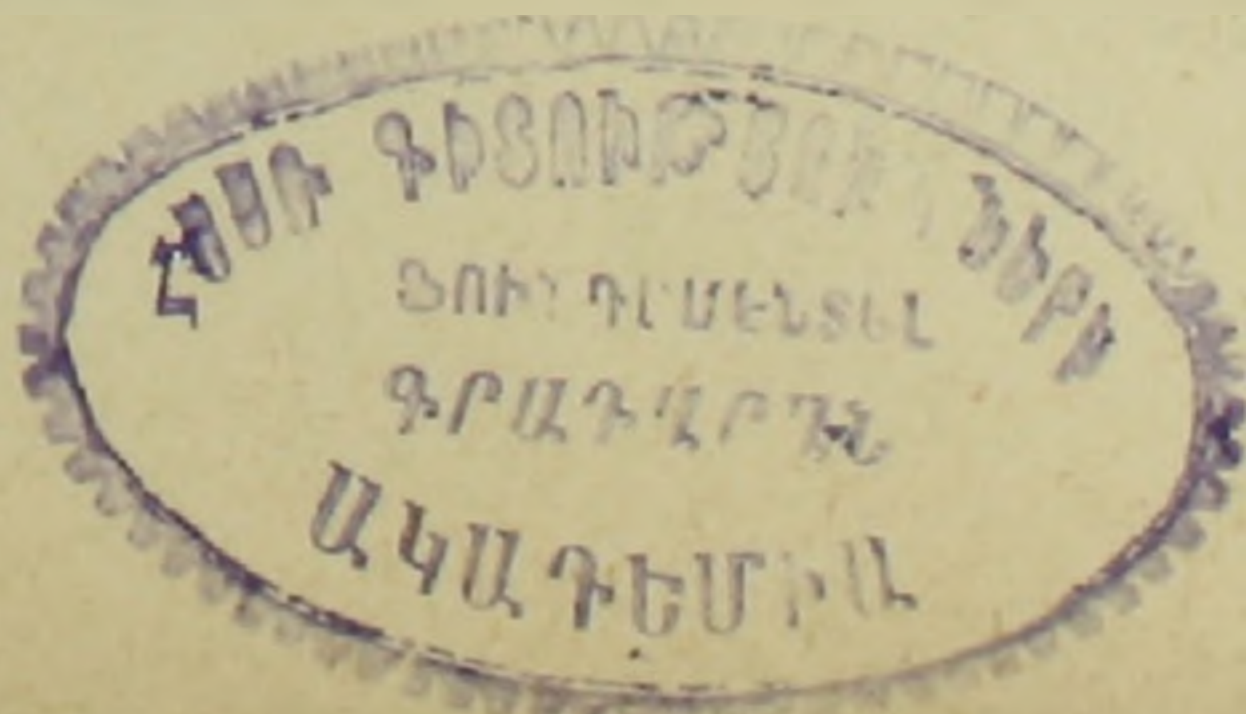
получим, что задача (1) + (2) эквивалентна следующему интегральному уравнению Вольтерра 2-го рода

$$y(x) = 1 + \lambda \int_0^x y(t) dt + \lambda \int_0^{\varphi(x)} q^*(t) y(t) dt. \quad (6)$$

Решение $y(x, \lambda)$ задачи (1) + (2), таким образом, является целой функцией от λ , а собственные значения задачи (A) суть α -точки целой функции

$$\omega(\lambda) = y(l, \lambda). \quad (7)$$

Введем в рассмотрение также задачу



$$(A^*) \begin{cases} z(x) = \lambda \left\{ \int_x^l z(t) dt + q^*(x) \int_{\psi(x)}^l z(t) dt \right\} + q^*(x) + 1 \quad (0 \leq x \leq l) & (8) \\ 1 + \lambda \int_0^l z(t) dt = \alpha & (9) \end{cases}$$

Обозначим через $z(x, \lambda)$ решение уравнения (8), являющееся, очевидно, целой функцией по λ . Для произвольных λ и μ имеем

$$\begin{aligned} \mu \int_0^l y(x, \lambda) z(x, \mu) dx &= \lambda \mu \int_0^l z(x, \mu) \int_0^x y(t, \lambda) dt dx + \\ &+ \lambda \mu \int_0^l z(x, \mu) \int_0^{\varphi(x)} q^*(t) y(t, \lambda) dt + \mu \int_0^l z(t, \mu) dt = \\ &= \lambda \int_0^l y(t, \lambda) \left\{ \mu \int_t^l z(x, \mu) dx + \mu q^*(t) \int_{\psi(t)}^l z(x, \mu) dx \right\} dt + \\ &+ \mu \int_0^l z(t, \mu) dt = \lambda \int_0^l y(t, \lambda) z(t, \mu) dt - \\ &- \lambda \int_0^l y(t, \lambda) dt - \lambda \int_0^l q^*(t) y(t, \lambda) dt + \\ &+ \mu \int_0^l z(t, \mu) dt = 1 + \mu \int_0^l z(t, \mu) dt - y(l, \lambda) + \lambda \int_0^l y(t, \lambda) z(t, \mu) dt \quad (10) \end{aligned}$$

откуда следует, что

$$\omega(\lambda) = 1 + \lambda \int_0^l z(t, \lambda) dt \quad (11)$$

и

$$\int_0^l y(x, \lambda) z(x, \mu) dx = \frac{\omega(\lambda) - \omega(\mu)}{\lambda - \mu}. \quad (12)$$

Из (11) следует, что собственные значения задач (A) и (A*) совпадают.

Соотношение (12) позволяет построить по схеме работы ⁽¹⁾ из функций $y(x, \lambda)$ и $z(x, \lambda)$ биортогональную на отрезке $(0, l)$ систему, — назовем ее системой собственных функций задач (A) и (A*) и обозначим через

$$\{y_k(x), z_k(x)\}_1^{+\infty} \quad (0 \leq x \leq l) \quad (13)$$

Отметим следующее основное свойство системы (13):

если замкнутый контур Γ_n охватывает первые n нулей функции $\omega(\lambda) - \alpha$ (нули эти пронумерованы в порядке неубывания модуля и учтена их кратность), то

$$\int_{\Gamma_n} \frac{y(x, \lambda) z(t, \lambda)}{\omega(\lambda) - \alpha} d\lambda = \sum_{k=1}^n y_k(x) z_k(t) \quad (0 \leq x, t \leq l). \quad (14)$$

Формула (14) позволяет при исследовании биортогональных разложений по системе (13) пользоваться асимптотическими свойствами функций $y(x, \lambda)$, $z(x, \lambda)$ и $\omega(\lambda)$.

2°. Остановимся на частном случае, когда $\alpha = 0$, $\Delta(x) \equiv \tau$ ($0 < \tau < l = (n+1)\tau$, $n \geq 1$ — целое).

В этом случае

$$y(x, \lambda) = e^{\lambda x} + \sum_{k=1}^n q_k(x) \lambda^k e^{\lambda(x-k\tau)} \quad (15)$$

$$z(x, \lambda) = e^{\lambda(l-x)} + \sum_{k=0}^n \{q_k^*(x) + \lambda r_k^*(x)\} \lambda^{k-1} e^{\lambda(l-x-k\tau)}, \quad (16)$$

где

$$q_k(x) = \int_{k\tau}^x q(t_1) \int_{(k-1)\tau}^{t_1-\tau} q(t_2) \cdots \int_{\tau}^{t_{k-1}-\tau} q(t_k) dt_k \cdots dt_2 dt_1 \quad (17)$$

$$\begin{aligned} q_k^*(x) &= q^*(t) \int_{x+\tau}^{l-(k-1)\tau} q^*(t_1) \int_{t_1+\tau}^{l-(k-2)\tau} q^*(t_2) \cdots \\ &\cdots \int_{t_{k-2}+\tau}^{l-\tau} q^*(t_{k-1}) dt_{k-1} \cdots dt_2 dt_1 \end{aligned} \quad (18)$$

$$r_k^*(x) = \int_x^{l-k\tau} q^*(t_1) \int_{t_1}^{l-(k-1)\tau} q^*(t_2) \cdots \int_{t_{k-1}}^{l-\tau} q^*(t_k) dt_k \cdots dt_2 dt_1. \quad (19)$$

Действительно, согласно (4) и (5) при $m\tau \leq x < (m+1)\tau$ ($m = 0, 1, \dots, n$)

$$q_k(x) \equiv 0 \quad (k = m+1, \dots, n) \quad (20)$$

$$r_k^*(x) \equiv q_k^*(x) \equiv 0 \quad (k = n-m, n-m+1, \dots, 1)$$

Учитывая эти соотношения, легко можно проверить, что функции, определяемые формулами (15) и (16), удовлетворяют уравнениям (6) и (8) соответственно.

Из формул (7) и (15) имеем

$$\omega(\lambda) = e^{\lambda l} + \sum_{k=1}^n q_k(l) \lambda^k e^{\lambda(l-k\tau)}, \quad (21)$$

или

$$\omega(\lambda) = e^{\lambda l} \prod_{k=1}^{n_0} (\lambda e^{-\tau\lambda} - a_k), \quad (22)$$

где $n_0 \geq 1$ таково, что

$$q_{n_0}(l) \neq 0, \quad q_{n_0+k}(l) = 0 \quad (k \geq 1)$$

$a_1, a_2, \dots, a_{n_0}$ — нули многочлена

$$P(z) = 1 + \sum_{k=1}^{n_0} q_k(l) z^k.$$

Следовательно, собственные значения задачи (A) при $\alpha = 0$ и $\Delta(x) \equiv \tau > 0$ суть нули целых функций

$$\omega_k(\lambda) = \lambda e^{-\tau\lambda} - a_k \quad (k = 1, 2, \dots, n_0). \quad (23)$$

Поскольку $a_1 a_2 \dots a_{n_0} = 1$ (т. е. $a_k \neq 0$, $k \geq 1$), то, повторяя с незначительными изменениями выкладки работы (1), получим:

1) функция $\omega_k(\lambda)$ ($k = 1, 2, \dots, n_0$) имеет бесконечное множество нулей, которые при соответствующей нумерации имеют вид:

$$\lambda_p^{(k)} = \frac{2\pi p}{\tau} i \left[1 + O\left(\frac{\log p}{p}\right) \right] \quad (p = 0, \pm 1, \pm 2, \dots) \quad (24)$$

причем все достаточно большие по модулю нули простые;

2) если через Γ_x обозначить кривую в λ -плоскости, определяемую уравнением

$$L_x : |\lambda e^{-\tau\lambda}| = x \quad (x > 0), \quad (25)$$

то при $x_1 < \min_k \{|a_k|\}$, $x_2 > \max_k \{|a_k|\}$ вне полосы $D(x_1, x_2)$, ограниченной кривыми L_{x_1} и L_{x_2}

$$|\omega_k(\lambda) - a_k| \geq \delta > 0 \quad (k = 1, 2, \dots, n_0); \quad (26)$$

Последнее утверждение можно уточнить (см., например, (2)):

3) опишем вокруг каждого нуля $\omega_k(\lambda)$ окружность произвольного радиуса $\varepsilon > 0$. Тогда существует такое $\delta = \delta(\varepsilon) > 0$, что вне указанных кружков справедлива оценка (26).

3°.

Лемма 1. Ядро $y(x, \lambda)$ ($z(x, \lambda)$) замкнуто в $L_1(0, l)$, т. е. если $f(x) \in L_1(0, l)$ и

$$\int_0^l f(x) y(x, \lambda) dx \equiv 0 \quad \left(\int_0^l f(x) z(x, \lambda) dx \equiv 0 \right)$$

то

$$f(x) \stackrel{\text{п. в.}}{=} 0 \quad (0 \leq x \leq l)$$

Доказательство. Пусть выполняются условия леммы и $f(x) \neq 0$. Тогда из (15) имеем

$$\int_0^{l_1} f(x) e^{\lambda x} dx = \sum_{k=1}^n \lambda^k \int_{k\tau}^{l_1} q_k(x) f(x) e^{\lambda(x-k\tau)} dx, \quad (27)$$

где $0 < l_1 \leq l$ такая точка, что $f(x) \stackrel{\text{п. н.}}{=} 0$ при $l_1 < x \leq l$ и $f(x) \neq 0$ в любой окрестности $(l_1 - \delta, l_1)$ ($\delta > 0$). Но, как известно, в этом случае в левой части равенства (27) стоит целая функция экспоненциального типа l_1 , в то время как справа стоит функция типа не выше $l_1 - \tau$. Из этого противоречия следует утверждение леммы.

Лемма 2. При $q_n(l) \neq 0$ система $\{y_k(x)\}$ ($\{z_k(x)\}$) замкнута в классе $L_1(\tau, l)$, т. е. если $f(x) \in L_1(\tau, l)$ ($L_1(0, l - \tau)$) и

$$\int_0^l f(x) y_k(x) dx = 0 \quad \left(\int_0^{l-\tau} f(x) z_k(x) dx = 0 \right) \quad (k = 1, 2, \dots) \quad (28)$$

то

$$f(x) \stackrel{\text{п. в.}}{=} 0 \quad (\tau \leq x \leq l). \quad ((0 \leq x \leq l - \tau))$$

Доказательство. Пусть выполняются условия (28). Тогда, согласно способу построения системы $\{y_k(x)\}_1^{+\infty}$, функция

$$\Phi(\lambda) = [\omega(\lambda)]^{-1} \int_{\tau}^l f(x) y(x, \lambda) dx \quad (29)$$

целая. С другой стороны, из результатов п. 2° следует, что вне исключительных кружков произвольно малого радиуса, содержащих нули функции $\omega(\lambda)$

$$|\Phi(\lambda)| \leq M < +\infty \quad (30)$$

откуда, учитывая формулы (24), получаем, что на всей λ -плоскости $\Phi(\lambda) \equiv \text{const.}$

Но из формулы (15) и леммы Римана-Лебега следует, что

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} \Phi(x) = 0,$$

т. е.

$$\Phi(\lambda) \equiv 0.$$

Остается применить лемму 1.

Теорема. Если $q_n(l) \neq 0$ и $V_0^{l-\tau}(f) < +\infty$, то

$$f(z) \stackrel{\text{п. п.}}{=} \lim_{m \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^m y_k(x) \int_0^{l-\tau} f(t) z_k(t) dt \quad (0 \leq x \leq l-\tau), \quad (31)$$

причем ряд справа сходится равномерно на $[\varepsilon, l]$ и равномерно ограничен по m при $(0 \leq x \leq l)$. ($\varepsilon > 0$ —любое)

Доказательство. Из леммы 2 следует, что достаточно доказать второе утверждение.

Имеем

$$\int_0^{l-\tau} f(t) z(t, \lambda) dt = \tilde{z}(l-\tau, \lambda) f(l-\tau) - \tilde{z}(0, \lambda) f(0+) - \int_0^{l-\tau} \tilde{z}(x, \lambda) df(x), \quad (32)$$

где

$$\tilde{z}(x, \lambda) = \int_0^x z(t, \lambda) dt \quad (0 \leq x \leq l). \quad (33)$$

Обозначим через D_n конечную область, ограниченную кривыми L_{x_1} и L_{x_2} , (см. п. 2°) и дугами $l_n^{(+)}$, $l_n^{(-)}$, лежащими соответственно в полуплоскостях $\text{Im} \lambda > 0$ и $\text{Im} \lambda < 0$, такими, что:

а) их длины ограничены по n , концы лежат соответственно на кривых L_{x_1} и L_{x_2} , а при $n \rightarrow +\infty$ эти дуги уходят в бесконечность;

б) при $\lambda \in l_n^{(\pm)}$ ($n = 1, 2, \dots$)

$$|\omega(\lambda)| \geq \delta > 0. \quad (34)$$

Из результатов п. 2° следует, что этим условиям можно легко удовлетворить.

Через γ_n обозначим границу D_n .

Из (14) имеем

$$\int_{\gamma_n} \frac{y(x, \lambda)}{\omega(\lambda)} \int_0^{l-\tau} z(t, \lambda) f(t) dt d\lambda = \sum_{\lambda_k \in D_n} y_k(x) \int_0^{l-\tau} f(t) z_k(t) dt. \quad (35)$$

Теперь заметим, что, согласно определению кривой L_x ($x > 0$) (формула (25)) и дуг $l_n^{(\pm)}$ ($n \geq 1$)

$$\int_{L_x} \lambda^{k-1} e^{-\lambda \tau k} d\lambda < +\infty$$

и

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_{l_n^{(\pm)}} |\lambda^{k-1} e^{-\lambda \tau k}| |d\lambda| = 0. \quad (36)$$

С другой стороны, имеем:

1) при $\lambda \in L_{x_1}$

$$\{\lambda e^{-\tau\lambda} - a_k\}^{-1} = a_k^{-1} \sum_{n=0}^{\infty} a_k^{-n} \lambda^n e^{-\lambda\tau n} \quad (k = 1, 2, \dots, n_0) \quad (37)$$

2) при $\lambda \in L_{x_2}$

$$\{\lambda e^{-\tau\lambda} - a_k\}^{-1} = \lambda^{-1} e^{\lambda\tau} \sum_{n=0}^{\infty} a_k^n \lambda^{-n} e^{-\lambda\tau n} \quad (k = 1, 2, \dots, n_0) \quad (38)$$

причем в обоих случаях ряды сходятся равномерно.

Из оценок (26), (36), (37), (38) и формул (15), (16), (32) и (35) получим, что суммы

$$S_n(x) = \sum_{\lambda_k \in D_n} y_k(x) \int_0^{l-\tau} f(t) z_k(t) dt \quad (39)$$

равномерно ограничены при $0 \leq x \leq l$ и равномерно сходятся к определенному пределу при $0 < \varepsilon \leq x \leq l$ ($n \rightarrow +\infty$). ($S_n(x) \rightarrow 0$ при $l - \tau < x \leq l$)

Однако нетрудно доказать, исходя из свойств функции $\omega(\lambda)$ (п. 2°), что общий член ряда (35) стремится к нулю, откуда и следует теорема.

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Հ. Բ. ՆԵՐՍԷՍՅԱՆ

Սեփական արժեքների վերաբերյալ մի խնդրի մասին

Դիտարկվում է հետևյալ խնդիրը

$$(A) \begin{cases} y'(x) = +\lambda \{y(x) + q(x)y(x - \Delta(x))\} & (0 \leq x \leq l < +\infty) \\ y(0) = 1 \\ y(l) = \alpha, \end{cases}$$

որտեղ $\Delta(x) \geq 0$, $\Delta'(x) \leq \theta < 1$, $q(x) \in L_1(0, l)$ և $q(x) \equiv 0$, երբ $x - \Delta(x) < 0$
Ձևակերպվում է (A)-ին համարում (A^*) խնդիրը և հառուցվում է այդ խնդրի
ներքին ծնված

$$\{y_k(x), z_k(x)\}_1^{+\infty} \quad (1)$$

սեփական ֆունկցիաների բիօրթոգոնալ սիստեմը:

Ապացուցվում է, որ ամեն մի $(0, |c_0| - \tau]$ -ի վրա սահմանափակ վարիացիա ունեցող
ֆունկցիա վերածվում է բիօրթոգոնալ շարքի ըստ (1) սիստեմի, երբ $\Delta(x) \equiv \tau$:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆ ՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ М. М. Джрбацян и А. Б. Нерсисян, Изв. АН АрмССР, т. XII, № 5 (1959).
² S. Verblunsky, On a class of integral functions. Quart. J. Math. (Oxford), (2), 8 (1957), 312—320.

ФИЗИКА

Г. М. Гарибян

Прохождение быстрых частиц через пластину вещества

(Представлено академиком АН Армянский ССР А. И. Алиханяном 28/VI 1961)

Пусть имеется пластина толщины a , расположенная в вакууме. Через эту пластину перпендикулярно к ее границе пролетает ультра-релятивистская заряженная частица.

1. Рассмотрим сначала излучение этой частицы ^(1,2). Спектральная плотность интенсивности переходного излучения, испущенного вперед в той области частот, где диэлектрическая постоянная среды $\epsilon(\omega) = 1 - \frac{\sigma}{\omega^2}$ ($\sigma = 4\pi Ne^2/m$), задается формулой ⁽³⁾:

$$\frac{dW}{d\omega} = \frac{2e^2}{\pi c} \int_0^\infty \vartheta^3 d\vartheta \left(\frac{1}{1 - \beta \left(1 - \frac{\vartheta^2}{2} \right)} - \frac{1}{1 - \beta \left(1 - \frac{\sigma}{2\omega^2} - \frac{\vartheta^2}{2} \right)} \right) \times \\ \times \sin^2 \left[\frac{a\omega}{2v} \left(1 - \beta \left(1 - \frac{\sigma}{2\omega^2} - \frac{\vartheta^2}{2} \right) \right) \right] \quad (1)$$

Произведя интегрирование по углу, получим следующее выражение:

$$\frac{dW}{d\omega} = \frac{2e^2}{\pi c} \left\{ \left[\left(1 + \frac{2(1 - \beta^2)\omega^2}{\sigma} \right) \ln \left(1 + \frac{\sigma}{\omega^2(1 - \beta^2)} \right) - 2 \right] + \right. \\ \left. + \left(1 + \frac{2(1 - \beta^2)\omega^2}{\sigma} \right) \left[-\text{ci} \left(\frac{a\sigma}{2v\omega} + \frac{a\omega}{2v} (1 - \beta^2) \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + \cos \left(\frac{a\sigma}{2v\omega} \right) \text{ci} \left(\frac{a\omega}{2v} (1 - \beta^2) \right) - \sin \left(\frac{a\sigma}{2v\omega} \right) \text{si} \left(\frac{a\omega}{2v} (1 - \beta^2) \right) \right] + \right. \\ \left. + 2 \cos \left(\frac{a\sigma}{2v\omega} + \frac{a\omega}{2v} (1 - \beta^2) \right) + \left(\frac{a\sigma}{2v\omega} + \frac{a\omega}{2v} (1 - \beta^2) \right) \times \right. \\ \left. \times \text{si} \left(\frac{a\sigma}{2v\omega} + \frac{a\omega}{2v} (1 - \beta^2) \right) + \frac{a\omega}{2v} (1 - \beta^2) \left[\cos \left(\frac{a\sigma}{2v\omega} \right) \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \text{si} \left(\frac{a\omega}{2v} (1 - \beta^2) \right) + \sin \left(\frac{a\sigma}{2v\omega} \right) \text{ci} \left(\frac{a\omega}{2v} (1 - \beta^2) \right) \right] \right\}, \quad (2)$$

где интегральный синус и косинус определяются формулами:

$$\text{si } x = - \int_x^\infty \frac{\sin u}{u} du \quad \text{ci } x = - \int_x^\infty \frac{\cos u}{u} du.$$

Первый член формулы (2) равен удвоенному переходному излучению на одной границе раздела среда—вакуум^(4,5). Остальные члены носят осцилляторный характер и обязаны интерференции переходных излучений, образованных на разных гранях одной пластинки.

Проанализируем формулу (2). Рассмотрим следующие три случая:

1) $\frac{a\sqrt{\varepsilon}}{2v} \sqrt{1-\beta^2} \gg 1$. Введем частоты $\omega_1 = \frac{2v}{a(1-\beta^2)}$ и $\omega_2 = \frac{a\varepsilon}{2v}$, такие, что $\omega_1 \ll \omega_{\text{гр.}} = \frac{\sqrt{\varepsilon}}{\sqrt{1-\beta^2}} \ll \omega_2$. Тогда при $\omega \ll \omega_1$ будем иметь $\frac{a\varepsilon}{2v\omega} \gg 1$ и $\frac{a\omega}{2v}(1-\beta^2) \ll 1$. Главный член интерференционной части формулы (2) в этом случае имеет вид:

$$\frac{2e^2}{\pi c} \ln \left[\frac{a\omega}{2v} (1-\beta^2) \right] \cos \left(\frac{a\varepsilon}{2v\omega} \right). \quad (3)$$

Из этой формулы видно, что амплитуды осцилляций в интенсивности, возникающие благодаря интерференции излучений, растут с уменьшением частоты. Усреднив (3) по небольшому интервалу частот, получим нуль и излучение будет описываться первым членом формулы (2).

При $\omega_1 \ll \omega \ll \omega_2$, когда $\frac{a\varepsilon}{2v\omega} \gg 1$ и $\frac{a\omega}{2v}(1-\beta^2) \gg 1$ в формуле (2) остается только первый член. При $\omega \gg \omega_2$ интенсивность излучения равна нулю.

2) $\frac{a\sqrt{\varepsilon}}{2v} \sqrt{1-\beta^2} \sim 1$. Тогда при $\omega \ll \omega_{\text{гр.}}$ имеем $\frac{a\varepsilon}{2v\omega} \gg 1$ и $\frac{a\omega}{2v}(1-\beta^2) \ll 1$, т. е. этот случай совпадает со случаем 1, когда $\omega \ll \omega_1$. При $\omega \gg \omega_{\text{гр.}}$ излучение равно нулю.

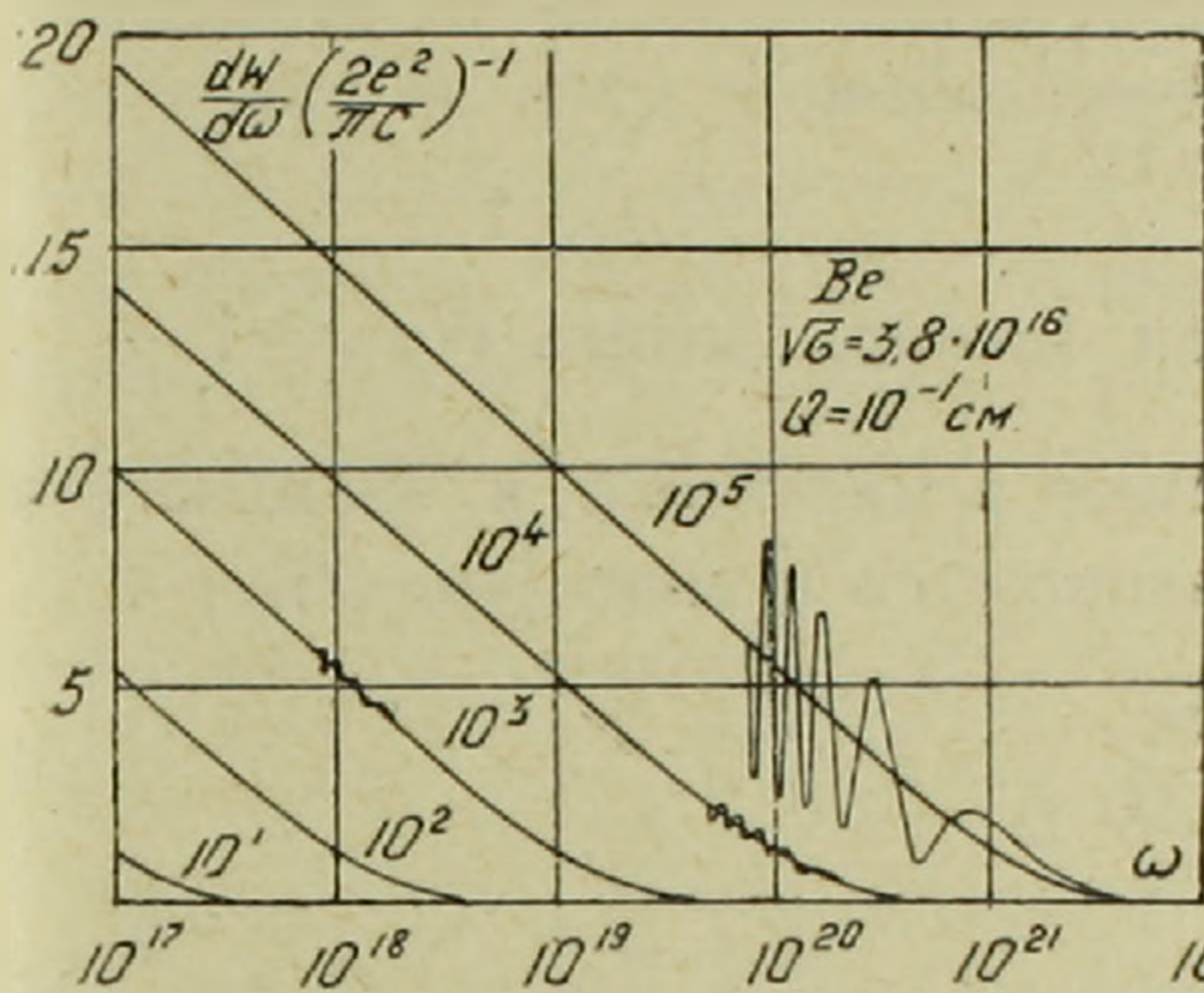
3) $\frac{a\sqrt{\varepsilon}}{2v} \sqrt{1-\beta^2} \ll 1$. Введем частоты $\omega'_1 = \frac{a\varepsilon}{2v}$ и $\omega'_2 = \frac{2v}{a(1-\beta^2)}$, причем имеют место неравенства $\omega'_1 \ll \omega_{\text{гр.}} \ll \omega'_2$. Тогда при $\omega \ll \omega'_1$ будем иметь $\frac{a\varepsilon}{2v\omega} \gg 1$, $\frac{a\omega}{2v}(1-\beta^2) \ll 1$, т. е. опять имеем случай 1), когда $\omega \ll \omega_1$. При $\omega'_1 \ll \omega \ll \omega'_2$ и $\omega'_2 \ll \omega$ излучение равно нулю.

Графики интенсивности переходного излучения, рассчитанные согласно формуле (2), приведены на фиг. 1—4*. В качестве вещества пластинки взят бериллий. Цифры на кривых указывают на значение

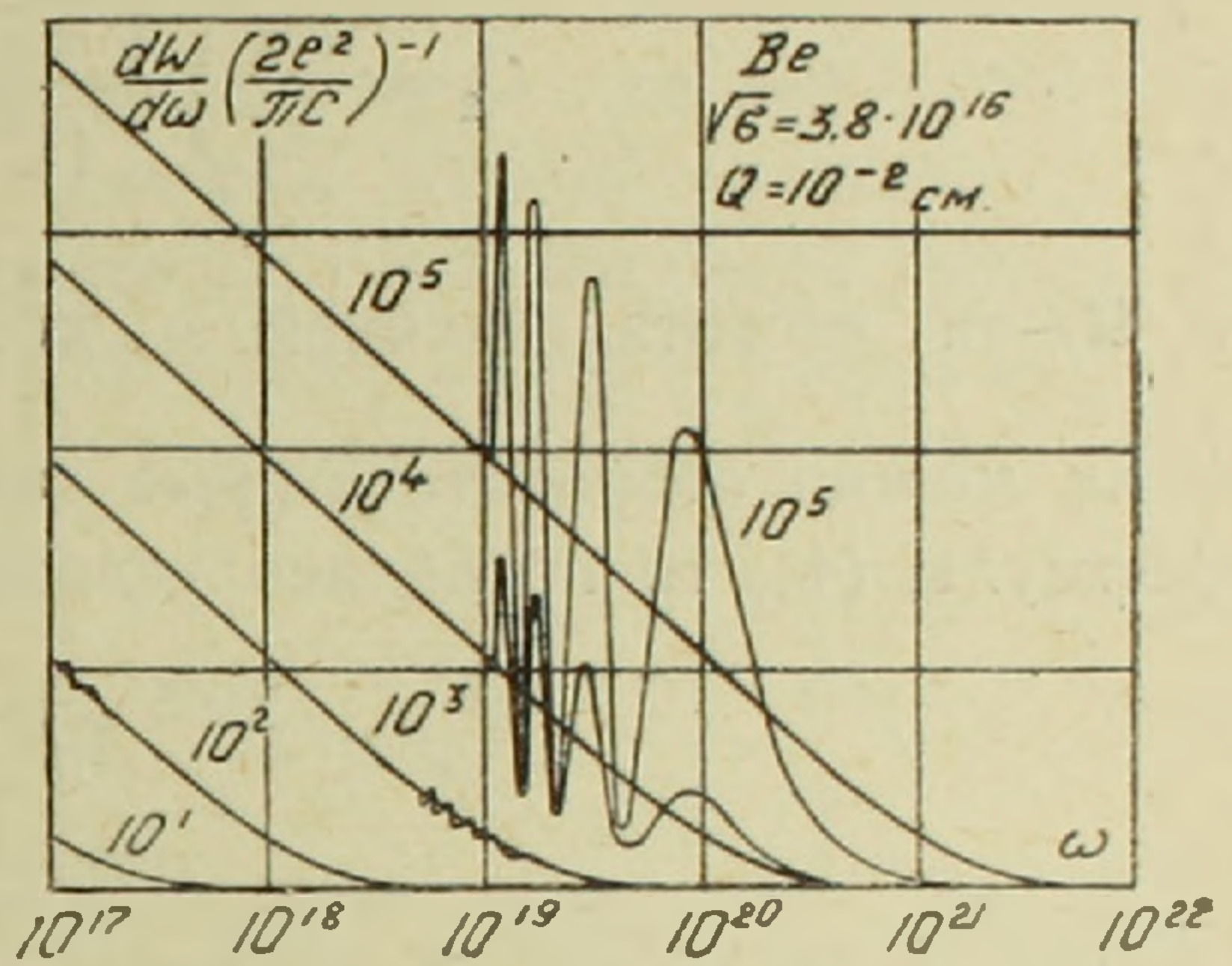
* Численные расчеты были проведены в Вычислительном центре АН Армянской ССР.

$\frac{E}{\mu c^2}$ частицы, генерирующей переходное излучение. Плавные кривые соответствуют первому члену формулы (2).

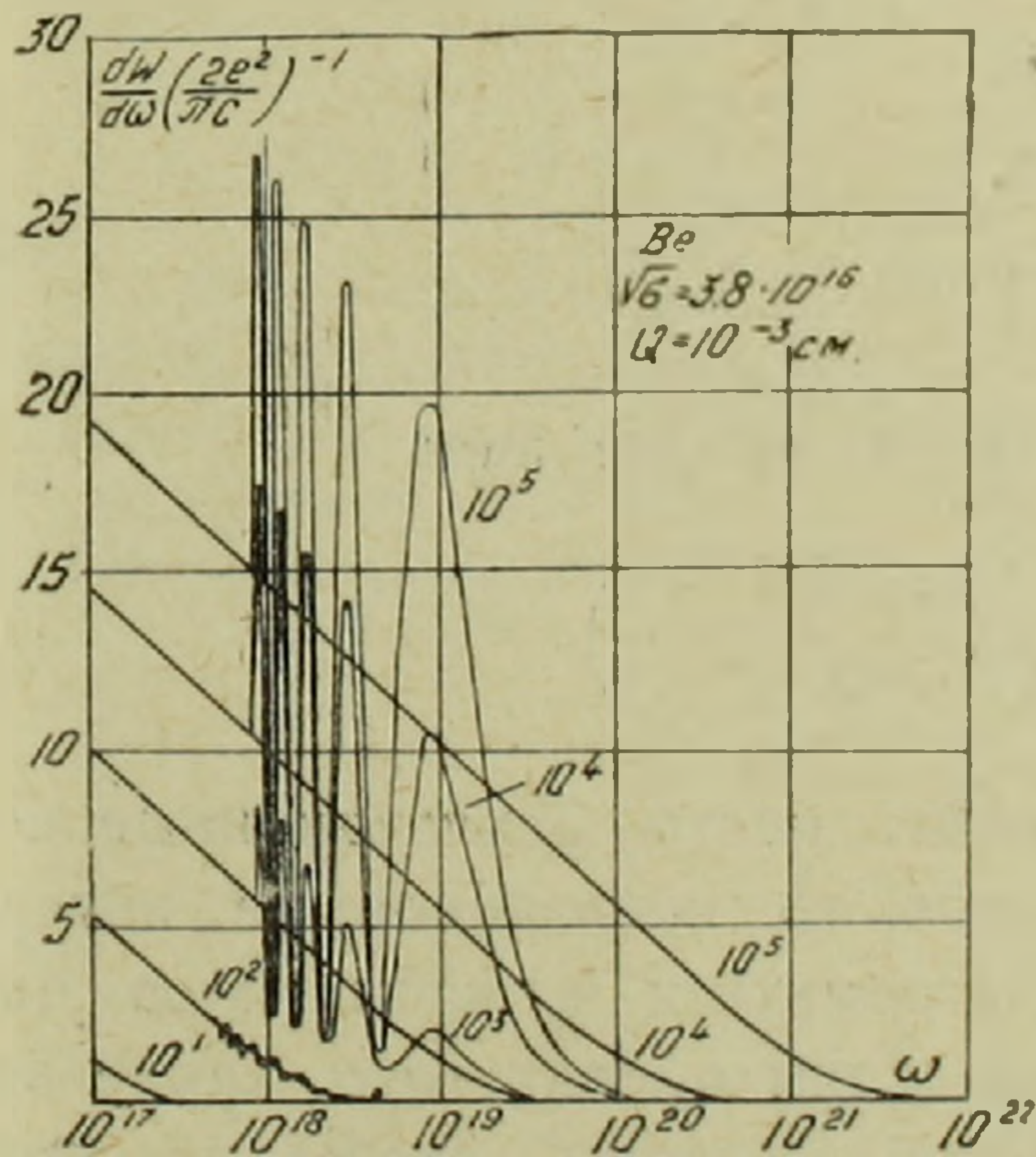
2. Рассмотрим сейчас вопрос об ионизационных потерях энергии частицы в пластинке. В работе (6) было показано, что в тонких пластинках в ионизационных потерях энергии должен отсутствовать эффект плотности. Это обстоятельство обязано тому, что поле частицы



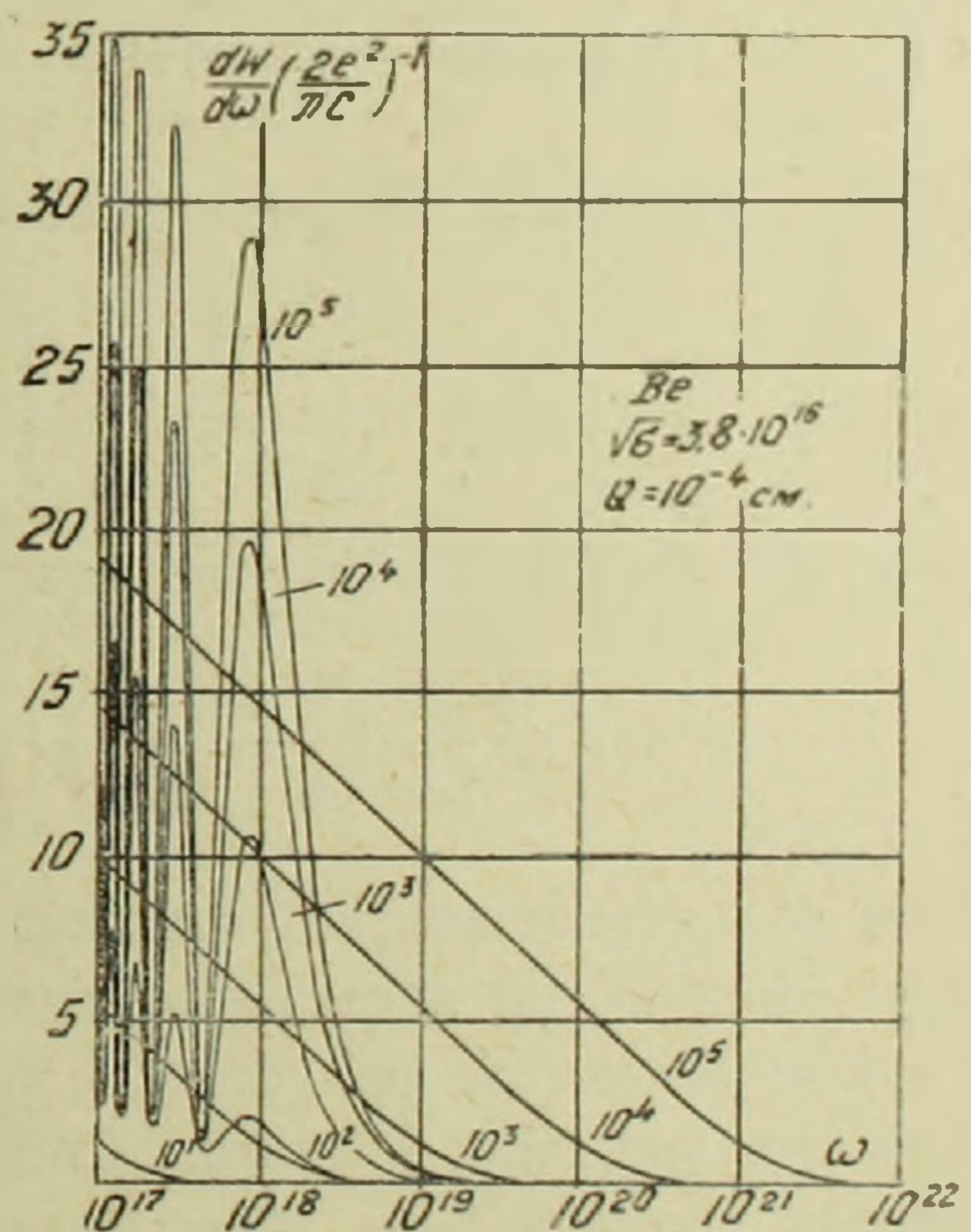
Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.



Фиг. 4.

не успевает трансформироваться в то поле, которое она имела бы в безграничной однородной среде, и в результате этого частица ионизует атомы среды незаэкранированным поляризацией среды полем, которым она обладала в вакууме. Условие, которому должна удовлетворять толщина пластинки a , записанное более детально, чем в (6), имеет вид:

$$a \ll \frac{2v\Omega}{\sigma} \cdot \frac{\ln \frac{vx_0}{\sqrt{1-\beta^2}\Omega} + C_1}{1 + C_2}, \quad (4)$$

где

$$C_1 = \frac{8}{\sigma} \int_0^{\infty} \frac{V_{\varepsilon}^{-} (V_{\varepsilon}^{-} - 1)}{(V_{\varepsilon}^{-} + 1)^2} \omega d\omega,$$

$$C_2 = \frac{8\Omega}{\sigma^2} \int_0^{\infty} \frac{V_{\varepsilon}^{-} (V_{\varepsilon}^{-} - 1)^2}{(V_{\varepsilon}^{-} + 1)^2} \omega^2 d\omega,$$

а Ω — та частота, начиная с которой можно считать $\varepsilon(\omega) = 1 - \frac{\sigma}{\omega^2}$.

Если можно отбросить вторые слагаемые в числителе и знаменателе формулы (4), то последнее условие запишется в виде [см. (6)].

$$a \ll \frac{2v\Omega}{\sigma} \ln \frac{vx_0}{\sqrt{1-\beta^2}\Omega}. \quad (5)$$

Заметим, что грубо по порядку величины $C_1 \sim \frac{V_{\varepsilon}^{-} - 1}{V_{\varepsilon}^{-} + 1}$, $C_2 \sim \frac{\Omega}{V_{\varepsilon}^{-}} \times$

$\times \left(\frac{V_{\varepsilon}^{-} - 1}{V_{\varepsilon}^{-} + 1} \right)^2$, где $\bar{\varepsilon}$ — значение ε , усредненное по частотам в области

$\omega < \sqrt{\sigma}$. Поэтому (5) имеет место при

$$\frac{\Omega}{\sqrt{\sigma}} < \left(\frac{V_{\varepsilon}^{-} + 1}{V_{\varepsilon}^{-} - 1} \right)^2. \quad (6)$$

Если выполняется обратное условие, то (4) примет вид:

$$a \ll \frac{2c}{V_{\sigma}} \left(\frac{V_{\varepsilon}^{-} + 1}{V_{\varepsilon}^{-} - 1} \right)^2 \left(\ln \frac{cx_0}{\sqrt{1-\beta^2}\Omega} + C_1 \right). \quad (7)$$

Если разбить вещество, в котором имеют место ионизационные потери энергии, на достаточно тонкие слои, то ионизационные потери в таком слоистом веществе не будут стремиться к насыщению при больших энергиях частицы. Сейчас мы дадим оценки того, какой величины должны быть расстояния b между слоями, чтобы во всех слоях отсутствовал бы эффект плотности. Отметим, что в случае одной пластинки член с логарифмом, снимающий эффект плотности, получался при вычислении работы сил поля излучения над зарядом за пластинкой (6). Если оценить, какая часть пути частицы за пластинкой существенна при получении этого члена, то, очевидно, что расстояния между пластинками должны быть больше этого пути, чтобы в каждой из них отсутствовал эффект плотности. В этой связи рассмотрим две пластинки и вычислим работу сил поля излучения над заря-

дом на пути $a, a + b$. Поле в пространстве между пластинками можно получить из соответствующих формул работы (¹) с помощью матрицы M , положив $m = 2$. Тогда можно показать, что если расстояние между пластинками

$$b \gg \frac{2v\Omega}{\sigma} \cdot \frac{\ln \frac{v\chi_0}{1 - \beta^2 \Omega} + C_1}{1 + C_2}, \quad (8)$$

где справа стоит та же величина, что и в (4), то работа сил поля излучения на пути между пластинками совпадает с соответствующей работой сил поля излучения в случае одной тонкой пластинки. Таким образом, для того чтобы эффект плотности отсутствовал в слоистой среде, расстояния между пластинками должны удовлетворять условию (8).

Физический институт
Академии наук Армянской ССР

Գ. Մ. ՂԱՐԻԲՅԱՆ

Պրագմատիկների անցումը հյուսիս Երեւանի միջով

Տվյալ աշխատանքում ուսումնասիրված է անցման ճառագայթման սպեկտրը, որը առաջացել է նյութի շերտում արագ մասնիկի կողմից: Ուսումնասիրված է նաև բարակ շերտերում էներգիայի իոնիզացիոն կորուստների հարցերը:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ В. Е. Пафомов, ЖЭТФ 33, 1074 (1957). ² Г. М. Гарибян, Г. А. Чаликян, ЖЭТФ 35, 1282, 1958; Изв. АН АрмССР 12, № 3 (1959). ³ Г. М. Гарибян, И. И. Гольдман, ДАН АрмССР, 31, 219 (1960). ⁴ Ф. Ф. Терновский, ЖЭТФ 39, 171 (1960). ⁵ Г. М. Гарибян, ЖЭТФ 39, 334 (1960). ⁶ Г. М. Гарибян, ЖЭТФ 37, 527 (1959). ⁷ Г. М. Гарибян, ЖЭТФ 35, 1435 (1958).

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

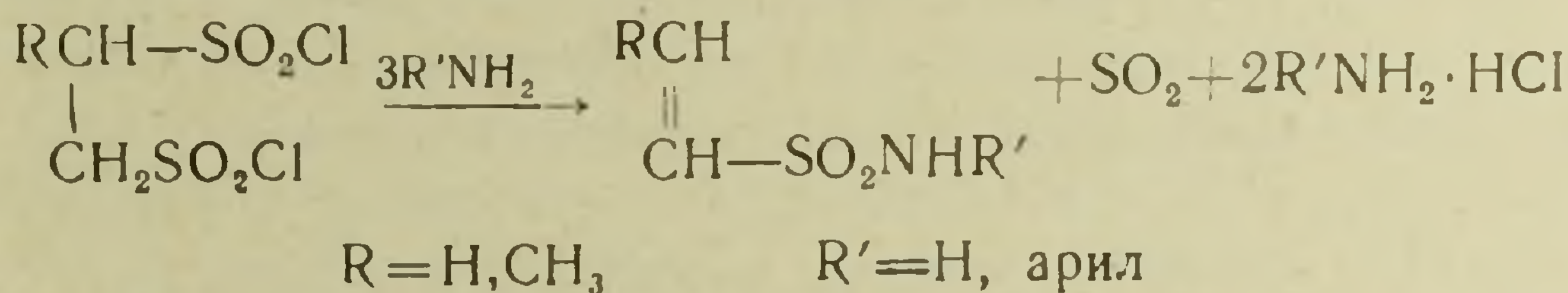
Г. Т. Есаян и Э. Е. Оганесян

Синтез бутен-2-дисульфохлоридов-1,4 и их взаимодействие с аминосоединениями

(Представлено академиком АН Армянской ССР В. И. Исагулянцем 15/V 1961)

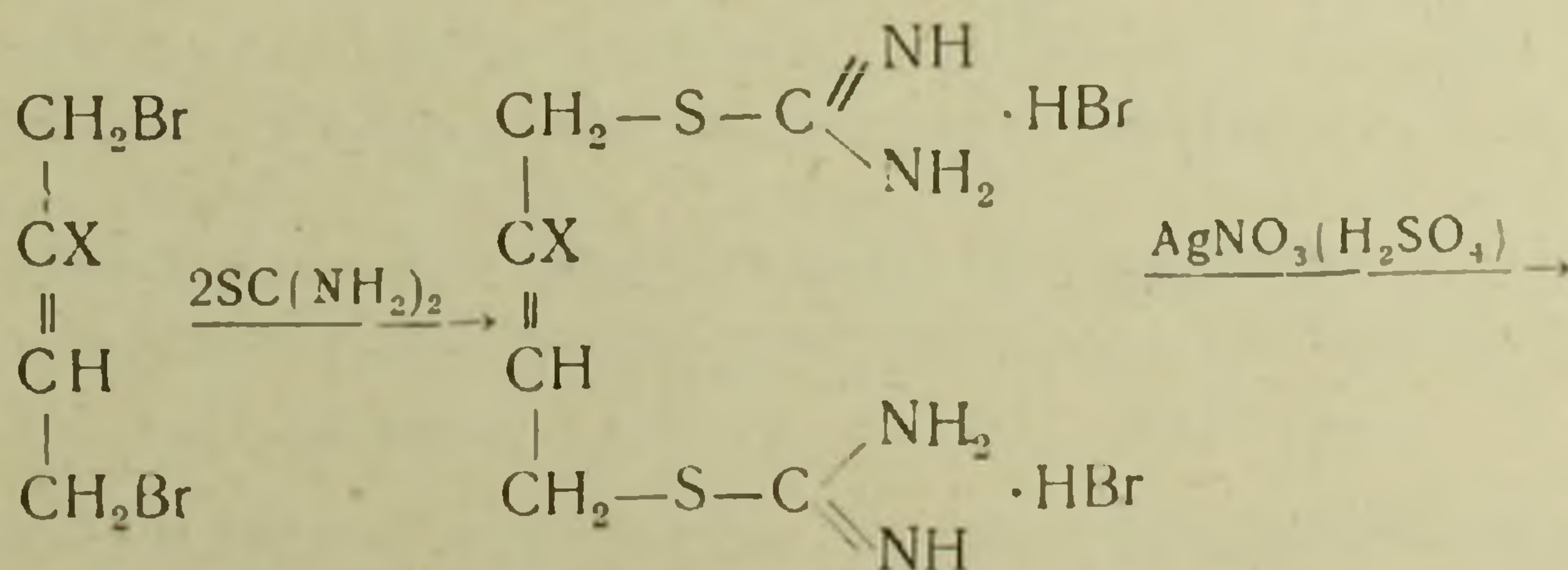
Согласно литературным данным алкандисульфохлориды при взаимодействии с аммиаком (^{1,2}) и аминами (³⁻⁵) образуют соответствующие дисульфамиды.

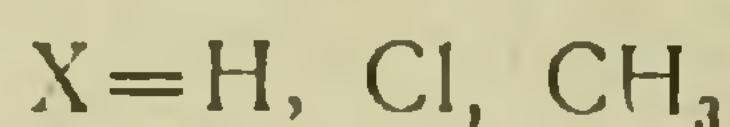
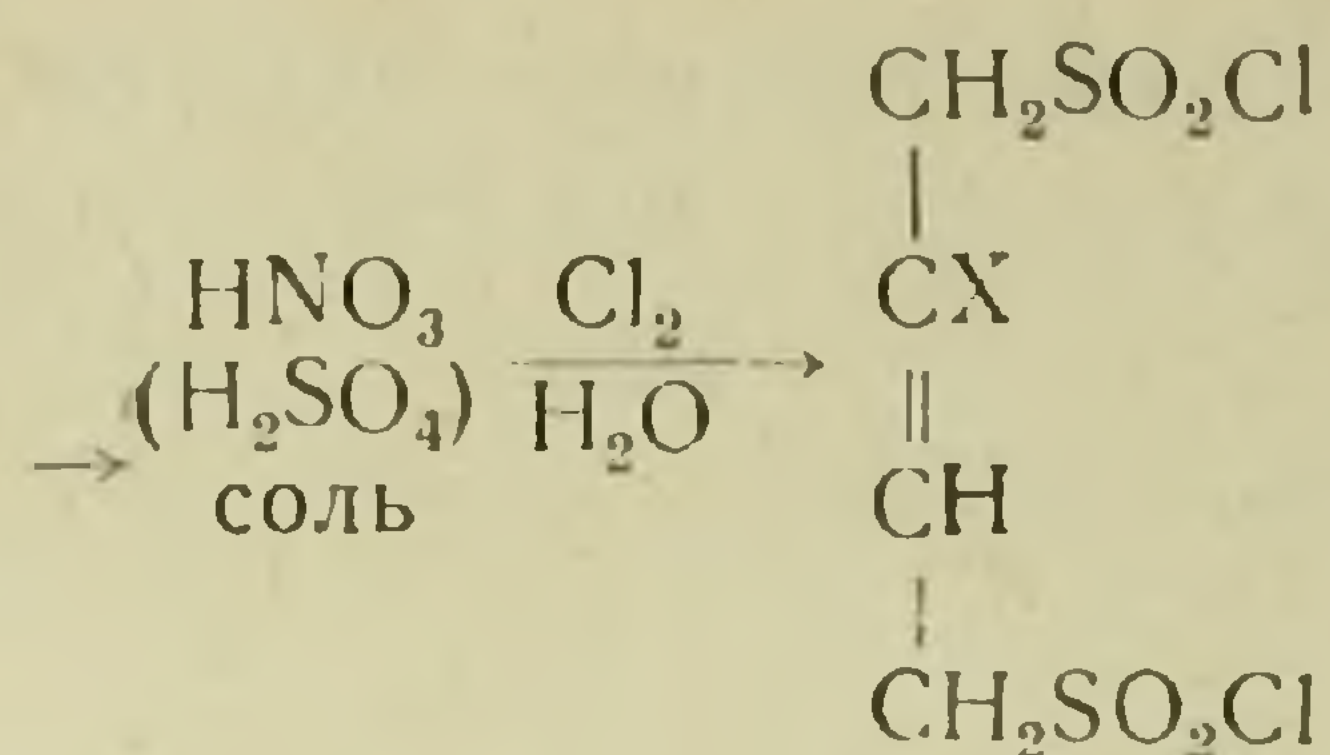
Исключение составляют этан- и пропандисульфохлориды-1,2, которые в тех же условиях отщепляют SO₂ и HCl, образуя моносulfамиды винилсульфокислоты (^{5,6}).



Отсутствуют данные относительно взаимодействия ненасыщенных дисульфохлоридов с аммиаком и аминами, поэтому нам казалось интересным изучить реакцию некоторых бутен-2-дисульфохлоридов с этими реагентами.

Были синтезированы бутен-2-, 2-хлорбутен-2- и 2-метилбутен-2-дисульфохлориды-1,4 способом, применяемым для алкандисульфохлоридов (²)—хлорированием в водной среде HNO₃ или H₂SO₄ соли S, S'-производного бисизотиомочевина. Исходные дибромиды получены бромированием соответствующих бутадиенов-1,3.



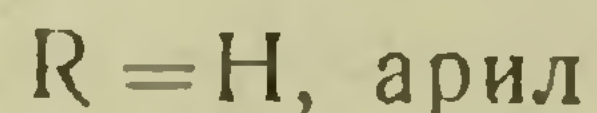
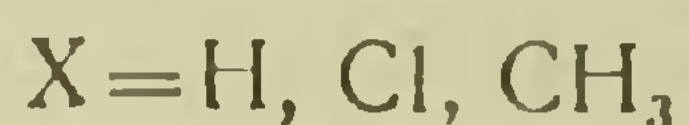
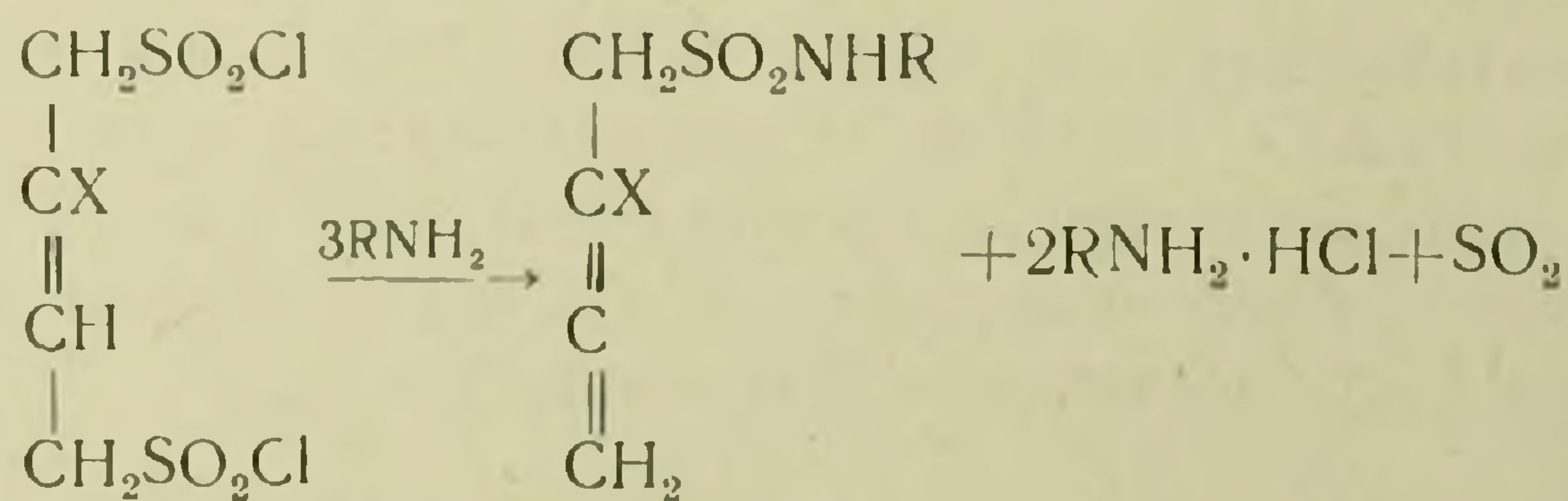


Как известно, при непосредственном хлорировании бромистоводородной соли S-производного изотиомочевины получается в основном малостойкий сульфобромид⁽⁷⁾, а получение сульфохлорида хлорированием хлористоводородной соли обычно невыгодно, так как с одной стороны 1,4-дихлорбутены получаются с низким выходом, а с другой — их взаимодействие с тиомочевиной происходит труднее, чем с бромидом. Этот способ наряду с вышеуказанным был применен только в случае бутен-2-дисульфохлорида-1,4.

По аналогии с известными способами синтеза алкансульфохлоридов, на примере 1,4-дибром-2-хлорбутена-2 были сделаны попытки получить бутендисульфохлориды путем хлорирования соответствующего дитиоцианата, а также продукта конденсации с гипосульфитом натрия. Эти опыты не привели к положительным результатам.

Изучение взаимодействия аммиака и ароматических первичных аминов — аналина, *m*-анизидина, α - и β -нафтиламинов с полученными бутендисульфохлоридами, показало, что последние претерпевают превращение, аналогичное превращению этандисульфохлорида, т. е. отщепляются SO_2 и HCl и образуются более ненасыщенные моносульфамиды. На примере продукта взаимодействия 2-хлорбутен-2-дисульфохлорида-1,4 с α -нафтиламином путем снятия ИК спектра*, было выяснено, что эти соединения алленового типа (частота поглощения в области 1970 см^{-1}).

Таким образом, реакция протекает по следующей схеме:



Эту реакцию в сопоставлении с аналогичной реакцией этандисульфохлорида можно рассматривать как особый случай винилогии.

* Спектры сняты в лаборатории орг. и физико-химич. анализа ИОХ АН АрмССР А. В. Мушегяном на приборе ИКС-12 в виде пасты на вазелиновом масле.

Экспериментальная часть*

1. Синтез бутен-2-дисульфохлоридов-1,4. Исходные 1,4-галогид-бутены-2 получены известными способами, галогидированием соответствующих бутадиенов-1,3 в растворителе в случае бутадиена (⁸), без растворителя в случае изопрена и хлоропрена (⁹).

Конденсация тиомочевины с 1,4-дибром и 1,4-дихлорбутенами-2. Смесь 8,1 г тиомочевины (0,11 моля) и 11 г 1,4-дибромбутена-2 (0,055 моля) в 150 мл этанола кипятилась в течение 16 часов. После охлаждения осадок отфильтровывался, промывался бензолом и сушился на воздухе. Вес бромистоводородной соли 2-бутен-S, S-бис-изотиомочевины 15 г (выход 71,6%), т. пл. 225°.

Найдено %: Br 44,01; N 15,36; S 17,89

$C_8H_{12}N_4S \cdot 2 HBr$ вычислено %: Br 43,71, N 15,30, S 17,48

Аналогично из 15,2 г тиомочевины (0,2 моля) и 12,5 г 1,4-дихлорбутена-2 (0,1 моля) получено 13,6 г хлористоводородной соли (49%), т. пл. 200—202°.

Найдено % S 22,89,

$C_8H_{12}N_4S_2 \cdot 2HCl$ вычислено % S 23,10.

Бутен-2-дисульфохлорид-1,4. а) К концентрированному водному раствору 7 г бромистоводородной соли 2-бутен-S, S-бисизотиомочевины (0,02 моля) прибавлено 10% водный раствор 6,4 г $AgNO_3$ (0,04 моля). Осадок $AgBr$ отфильтрован и пропущен хлор через фильтрат при охлаждении льдом. Получено 4 г дисульфохлорида (80%), т. пл. 97° (из петролейного эфира)

Найдено %: Cl 27,67 S 24,83

$C_4H_6S_2O_4Cl_2$ вычислено %: Cl 28,06 S 25,30

б) Водный раствор 13,6 г хлористоводородной соли хлорировался при охлаждении льдом до постоянного желтого окрашивания. Осадок дисульфохлорида отфильтровывался, промывался водой и сушился на воздухе.

Вес дисульфохлорида 6 г (55,0%), т. пл. 97° (из петролейного эфира).

Смешанная проба с дисульфохлоридом, полученным из бромистоводородной соли, не дала депрессии.

Конденсация тиомочевины с 1,4-дибром-2-хлорбутеном-2. Раствор 4 г тиомочевины и 30 г дибромида в 150 мл этанола кипятился на водяной бане в течение 20 часов. После охлаждения осадок бромистоводородной соли 2-хлор-2-бутен-S, S-бисизотиомочевины отфильтрован, промыт водой и высушен на воздухе. Вес 64,5 г (80,1%), т. пл. 203°, по данным патента т. пл. 204—205° (¹⁰).

* В экспериментальных работах принимали участие С. Б. Геворкян и Г. А. Конджикян.



Найдено %: Cl 9,40 Br 40,01 S 16,64 N 14,19
 $C_6H_{11}ClS_2N_4 \cdot 2HBr$ вычислено %: Cl 8,86 Br 39,94 S 15,98 N 13,48.

Смесь 20 г бромистоводородной соли и 12,2 г 40% серной кислоты нагрета на водяной бане в течение двух часов.

Вес осадка сернокислой соли 2-хлор-2-бутен-S,S-бисизотиомочевина 15 г; т. пл. 210°

Найдено %: S 27,71 N 16,52
 $C_6H_{11}ClS_2N_4 \cdot H_2SO_4$ вычислено %: S 28,50 N 16,60.

2-хлорбутен-2-дисульфохлорид-1,4. а) Суспензия 15 г сернокислой соли в 650 мл воды хлорировалась при энергичном перемешивании и охлаждении льдом до постоянного желтого окрашивания (для чего потребовалось ~10 л хлора). Дисульфохлорид отфильтрован, промыт водой и высушен в вакуум-эксикаторе (до постоянного веса). Вес 7 г (54,7%), т. пл. 87—89°.

Найдено %: Cl 36,92, S 22,30
 $C_4H_5S_2O_4Cl_2$ вычислено %: Cl 37,39 S 22,25.

б) К насыщенному раствору бромистоводородной соли прибавлено 10% водный раствор рассчитанного количества азотнокислого серебра. После отделения осадка AgBr фильтрат хлорирован при охлаждении льдом. Получено 3 г дисульфохлорида (40,1%), т. пл. 85—87°. Непосредственное хлорирование водного раствора бромистоводородной соли привело к получению полутвердой массы, которая, судя по элементарному составу, соответствует 2-хлор-2-бутен-дисульфобромиду-1,4.

Найдено %: Br 42,66 Cl 9,81 S 17,17.
 $C_4H_5S_2O_4Br_2$ вычислено %: Br 42,49 Cl 9,42 S 17,00.

Дисульфобромид получается с небольшими выходами (29—30%) и при стоянии довольно быстро разлагается.

1,4-Дитиоциано-2-хлорбутен-2. Раствор 100 г 1,4-дибром-2-хлорбутана-2 и 100 г роданистого калия в смеси 320 мл этанола и 80 мл воды оставлен при комнатной температуре в течение двух суток с частым перемешиванием. Реакционная смесь разбавлена водой и выделившийся при этом дитиоцианат отфильтрован, промыт водой и высушен на воздухе. Вес 74,4 г (90,5%), т. пл. 69—70° (из воды)

Найдено %: Cl 17,69 S 31,72.
 $C_6H_5N_2ClS_2$ вычислено %: Cl 17,36 S 31,29.

Хлорирование водной суспензии этого вещества в условиях хлорирования 1,3-дитиоцианопропана ⁽¹¹⁾ при 40° не привело к получению дисульфохлорида; дитиоцианат практически не подвергался изменению.

(2-хлорбутен-2)-1,4-дитиосульфат. 30 г 1,4-дибром-2-хлорбутена-2 (0,12 моля) прибавлены к насыщенному раствору 66 г гипосульфита натрия в воде (избыток $\sim 10\%$). Реакционная смесь перемешивалась при комнатной температуре в течение 6 часов, затем при слабом нагревании на водяной бане в течение часа. После охлаждения осадок отсасывался и сушился продолжительное время (до постоянного веса) в эксикаторе над CaCl_2 .

Найдено $\%$: Cl 9,99.

$\text{C}_4\text{H}_5\text{ClS}_4\text{O}_6\text{Na}_2$ вычислено $\%$: Cl 9,90.

Хлорирование дитиосульфата в условиях получения сульфохлоридов из тиосульфатов (¹) в водной среде при охлаждении льдом привело к образованию смолообразного продукта, который ближе не исследовался.

Конденсация тиомочевины с 1,4-дибром-2-метилбутеном-2. Раствор 15,2 г тиомочевины и 22,8 г 1,4-дибром-2-метилбутена-2 в 150 мл этанола кипятился в течение 20 часов. Вес бромистоводородной соли 2-метил-2-бутен-S,S-бисизотиомочевины 21,5 г (56,6%), т. пл. 198—200°.

Найдено $\%$: Br 42,51 S 17,55 N 14,96

$\text{C}_7\text{H}_{14}\text{N}_4\text{S}_2 \cdot 2\text{HBr}$ вычислено $\%$: Br 42,10 S 16,84 N 14,73

2-метилбутен-2-дисульфохлорид-1,4. К насыщенному водному раствору 11,5 бромистоводородной соли (0,03 моля) прибавлен 10-й процентный водный раствор 10,2 г AgNO_3 (0,06 моля). Осадок AgBr отфильтрован и через охлажденный льдом фильтрат пропущен хлор до насыщения. Получено 5,2 г дисульфохлорида в виде хлопьевидных кристаллов (65%), т. пл. 74—76°.

Найдено $\%$: Cl 25,60 S 24,18

$\text{C}_5\text{H}_8\text{S}_2\text{O}_4\text{Cl}_2$ вычислено $\%$: Cl 26,21 S 23,97

Попытки получить дисульфохлорид хлорированием в воде сернокислой соли, полученной обработкой H_2SO_4 бромистоводородной соли, не привели к положительным результатам. В отличие от хлорбутен-производного эта сернокислая соль хорошо растворяется в воде и соответствует составу $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{N}_4\text{S}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{SO}_4$. Она была выделена выпариванием водного раствора в виде бесцветных кристаллов с т. пл. 185—187°.

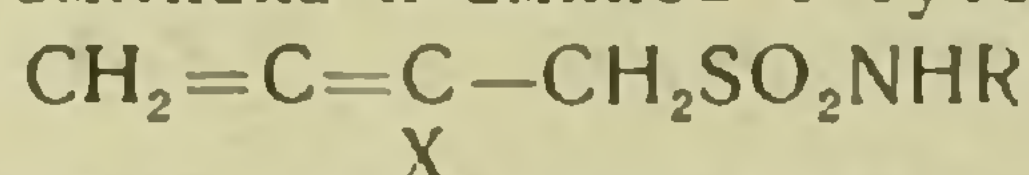
Найдено $\%$: N 14,71

$\text{C}_7\text{H}_{14}\text{N}_4\text{S}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{SO}_4$ вычислено $\%$: N 13,53

II. Взаимодействие бутен-2-дисульфохлоридов-1,4 с аммиаком и первичными аминами. Взаимодействие бутендисульфохлоридов с аммиаком велось в условиях, описанных для алкандисульфохлоридов(²)—пропусканием сухого аммиака через бензольный раствор дисульфохлорида при охлаждении льдом. Сульфамид выделялся после выпаривания растворителя до малого объема.

Взаимодействие бутендисульфохлоридов с аминами велось в условиях, описанных для этандисульфохлорида (⁵). К раствору 0,01 моля дисульфохлорида в 50 мл бензола прибавлен раствор 0,03 моля амина в небольшом количестве бензола. При этом наблюдалось значительное разогревание реакционной смеси, выпадение объемистого осадка соли амина и выделение SO₂ (по запаху и обесцвечиванию раствора иода). Для завершения реакции реакционная смесь нагревалась до кипения непродолжительное время, после чего осадок отфильтровывался. Из фильтрата бензол отгонялся на водяной бане. Остаток растворялся в 5% водном растворе едкого натра. Щелочной раствор экстрагировался эфиром, после чего подкислялся разбавленным раствором соляной кислоты; выпавший при этом суль-

Продукты взаимодействия аммиака и аминов с бутен-2-дисульфохлоридами-1,4.



X	R	Выход в %	Т. пл. °C	% N		% S	
				найдено	вычисл.	найдено	вычисл.
H	H	66,6	—	9,92	10,44	—	—
H	C ₆ H ₅	55,0	—	6,35	7,00	15,73	16,00
H	C ₆ H ₅ (OCH ₃)—n	60,9	—	6,50	5,85	—	—
H	β—C ₁₀ H ₇	53,6	—	4,92	5,01	—	—
H	α—C ₁₀ H ₇	46,4	120	5,81	5,01	—	—
Cl	α—C ₁₀ H ₇	34,2	98—100	3,75	4,70	—	—
Cl	C ₆ H ₅	57,6	—	6,63	5,74	12,95	13,14
CH ₃	H	73,4	60—62	9,11	9,52	22,73	21,76
CH ₃	C ₆ H ₄ (OCH ₃)—n	50,0	—	5,38	5,51	12,22	12,60
CH ₃	β—C ₁₀ H ₇	78,6	—	5,06	5,12	12,13	11,70
CH ₃	α—C ₁₀ H ₇	71,4	85	5,20	5,12	12,13	11,70

фамид в виде кристаллической или пастообразной массы очищался переосаждением из водного ацетона, что в большинстве случаев удавалось с трудом.

Характеристика выделенных сульфамидов приведена в прилагаемой таблице.

Выводы. 1. Синтезированы бутен-2, -2-хлорбутен-2-, и 2-метилбутен-2-дисульфохлориды-1,4, путем хлорирования в водной среде солей соответствующих S,S-производных бисизотиомочевины.

2. Показано, что при взаимодействии бутен-2-дисульфохлоридов-1,4 с аммиаком и первичными аминами имеет место отщепление двуокиси серы и хлористого водорода и образуются моносульфамиды алленового ряда.

Институт органической химии
Академии наук Армянской ССР

**Բուտեն-2 դիսուլֆոբորիդների-1,4 սիսթեմը և նրանց փոխազդեցությունն
ամինոմիացությունների հետ**

1,2-էթանդիսուլֆոբորիդը ի տարբերություն ուրիշ α - ω -ալկանդիսուլֆոբորիդների ամոնիակի և ամինների հետ փոխազդելիս անջատում է SO_2 և HC , առաջացնելով համապատասխան վինիլսուլֆամիդ:

Ներկա աշխատանքում ցույց է տրված, որ նույնանման փոխարկման են ենթարկվում բուտեն-2-, 2-քլորբուտեն-2- և 2-մեթիլբուտեն-2-դիսուլֆոբորիդ-1,4-ները, որոնք անալոգ սլայմաններում առաջացնում են 1,2-բուտադիենսուլֆամիդներ:

Այս յուրահատուկ ռեակցիան կարելի է բացատրել վինիլ խմբի առկայությամբ, որի շնորհիվ բուտեն-2-դիսուլֆոբորիդ 1,4-ները նմանվում են 1,2-էթանդիսուլֆոբորիդին:

Վերոհիշյալ բուտենդիսուլֆոբորիդները սինթեզված են բիս. թիոմիզանյութի համապատասխան S,S-ածանցյալների աղերի քլորացումից ջրային միջավայրում:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆ ՈՒԹՅՈՒՆ

¹ П. В. Клутербак, И. Б. Коэн, J. Chem. Soc. 121, 120 (1922). ² И. В. Грифин, Д. Х. Хей, J. Chem. Soc. 1952, 3334. ³ Г. Шройтер, Ann. 418, 161 (1919). ⁴ Г. Шройтер, Герцбуг, Ber 38, 3391 (1905). ⁵ В. Аутенрит, П. Рудольф, Ber. 34, 3467 (1901), ⁶ В. Аутенрит, И. Кобургар, Ber. 36, 3626 (1903). ⁷ Циглер, И. В. Спраг, Org. Chem. 16, 621 (1951). ⁸ И. Тиле, Ann. 308, 339 (1899). ⁹ В. О. Бабаян, ДАН АрмССР, XIX, 41 (1954). ¹⁰ Л. В. Клеменс, М. Т. Лефлер, Ам. пат. 545876; СА 46, 3073 (1952). ¹¹ Ф. Азингер, и др., Ber. 74, 41 (1941).

ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

Г. А. Арзуманян и М. В. Мамиконян

**Физико-механические свойства древесины бука,
произрастающего в Армении**

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Г. Назаровым 31/VII 1961)

Буковая древесина в Армении имеет широкое применение в различных отраслях народного хозяйства, однако свойства ее до сих пор почти не были изучены.

В этой работе ставилась цель получить показатели основных физико-механических свойств древесины бука из наиболее распространенных в Армении свежих типов леса.

В связи с тем, что большинство буковых деревьев, произрастающих в лесах Армении, содержит ложное ядро, была также поставлена цель получить сравнительные данные о физико-механических и технических свойствах нормальной древесины и древесины с ложным ядром.

В известной нам литературе мы не нашли данных о физико-механических свойствах древесины буковых деревьев с ложным ядром и без ложного ядра, выросших в одних и тех же условиях.

Бук, произрастающий в лесах Армении, принадлежит к ботаническому виду *Fagus orientalis* Lipsky —бук восточный (кавказский).

Буковые леса Армении подробно описаны в работах А. К. Магакьяна (1), А. Л. Тахтаджяна (2), Г. Д. Ярошенко (3).

О природе ядрообразования у бука и других лиственных пород существует два противоположных мнения.

Некоторые советские и зарубежные исследователи считают, что ложное ядро является начальной стадией разрушения древесины и вызывается грибами. Другие считают, что ложное ядро бука нельзя рассматривать как начальную стадию гнили древесины, и что оно — естественное явление.

До последнего времени мнение о ядрообразовании у заболонных и спелодревесных пород, как явлении патологическом, было господствующим и послужило основанием для введения некоторых ограничений применения древесины бука с ложным ядром.

Для выявления влияния ложного ядра на свойства древесины проводились работы по изучению свойств древесины из ядра и заболони. Эти работы сводились к сравнительным испытаниям физико-механических свойств и стойкости к дереворазрушающим грибам древесины из ядра и заболони (4-9).

Обстоятельное исследование древесины европейского бука с ложным ядром было проведено А. Т. Вакиным, И. А. Чернцовым и М. В. Акиндиновым ⁽¹⁰⁾. Материал для исследования был взят из Закарпатской области Украинской ССР. В результате проведенных испытаний авторы приходят к выводу, что древесина ядра отличается несколько повышенными показателями всех механических свойств. В некоторых случаях в этих опытах, также как и в других, наблюдалось снижение ударной вязкости древесины из ложного ядра. Упомянутые авторы считают, что это происходит, по-видимому, в результате присутствия в ядре вторичной грибной инфекции. Однако нет прямых доказательств, подтверждающих некоторое снижение ударной вязкости именно в результате начальной деятельности грибов. Не исключена возможность того, что оно является результатом пропитки оболочек клеток окрашивающими веществами, присутствие которых в древесине характерно для ядрообразования.

На основании результатов проведенного исследования эти авторы заключили, что ядро у бука нельзя рассматривать как начальную стадию гнили древесины. Такого же мнения придерживается В. Нечесаный ⁽¹¹⁾ в относительно недавно опубликованной работе.

Наличие ложного ядра не оказывает влияния на ход роста буковых деревьев, как по высоте, так и по диаметру. Это было установлено анализами стволов деревьев с ложным ядром и без ложного ядра из одних и тех же типов леса и наблюдениями на лесосеке ⁽¹²⁾.

Микроскопическая картина ложного ядра ^(6,13) характеризуется накоплением в полостях клеток дубильных и некоторых красящих веществ и закупоркой водопроводящих путей тиллами.

Таблица I

Характеристика модельных деревьев

№ пробной площади	№ модельного дерева	Возраст (лет)	Диаметр в коре см		Высота м	Проекция кроны м	Расстояние м		Коэф. формы q_2	Объем м ³
			на высоте груди	на половине высоты			до первого мертвого сука	до начала живой кроны		
1	1	118	43,8	25,2	31,9	8	12,6	13,7	0,57	2,038
1	2	216	80,0	48,8	33,9	10	11,2	13,4	0,61	5,079
2	3	165	46,1	31,1	28,8	6	9,9	11,5	0,67	2,009
2	4	114	51,0	37,3	31,1	7	11,3	12,8	0,73	2,982

Для исследования физико-механических свойств древесины бука, произрастающего в лесах Армении, были заложены две пробные площади в северном лесном массиве на территории Иджеванского леспромхоза, в свежих типах букового леса. Срублены 4 модельных дерева, из которых одно дерево (№ 1) было без ложного ядра, а остальные три №№ 2, 3 и 4 — с ложным ядром. В табл. 1 приводится характеристика модельных деревьев.

Изготовление образцов для физико-механических испытаний было произведено по ГОСТ 6336-52.

Из физических свойств были определены: влагопоглощение, водопоглощение, линейная усушка, линейное разбухание и объемный вес.

В программу механических испытаний было включено определение следующих показателей свойств древесины: предела прочности при сжатии вдоль волокон, местном смятии поперек волокон, растяжении поперек волокон, статическом изгибе, скалывании вдоль волокон, твердость и модуль упругости при изгибе.

Полученные показатели физико-механических свойств древесины были пересчитаны на 15-процентную влажность.

Таблица 2

Показатели физико-механических свойств древесины бука

Наименование свойства	Количество наблюдений <i>n</i>	Средняя арифметическая <i>M</i>	Среднее квадратичное откл. <i>σ</i>	Средняя ошибка <i>m</i>	Варианц. коэф. <i>V</i>	Показатель точности % <i>P</i>
Влагопоглощение %	64	23,2	2	0,3	8,7	1,3
Водопоглощение %	66	126,0	12,4	1,5	9,8	1,2
Коэффициент линейной усушки в тангентальном направлении	129	0,38	0,048	0,0042	12,0	1,05
в радиальном направлении	129	0,2	0,027	0,002	13,5	1,0
Линейное разбухание %:						
в тангентальном направлении	66	13,9	1,14	0,14	8,2	1,0
в радиальном направлении	66	5,7	0,72	0,09	12,6	1,6
Объемный вес г/см ³	112	0,67	0,035	0,003	5,2	0,5
Предел прочности при сжатии вдоль волокон кг/см ²	126	474	44,7	4,0	9,4	0,8
Предел прочности при местном смятии поперек волокон кг/см ² :						
в тангентальном направлении	64	110	21,6	2,7	19,5	2,4
в радиальном направлении	66	121	17,8	2,2	14,8	1,8
Предел прочности при растяжении поперек волокон кг/см ² :						
в тангентальном направлении	121	37,4	8,8	0,8	23,6	2,1
в радиальном направлении	125	57,5	9,7	0,8	16,9	1,4
Предел прочности при статическом изгибе кг/см ²	109	923,0	89,5	8,6	9,7	0,9
Модуль упругости при статическом изгибе кг/см ²	34	127,0×10 ³	12,8×10 ³	2,1×10 ³	9,8	1,6
Предел прочности при скалывании вдоль волокон кг/см ² :						
по тангентальной плоскости	123	118	15,4	1,4	13,0	1,1
по радиальной плоскости	124	84	17,9	1,6	21,3	1,9
Твердость кг/см ² :						
торцевая	127	537	73,3	6,6	13,6	1,2
тангентальная	127	395	68,5	6,1	17,3	1,5
радиальная	127	412	65,0	5,8	15,8	1,4

В табл. 2 сведены средние величины показателей отдельных свойств древесины бука, полученные испытанием образцов из всех четырех деревьев.

Таблица 3

Средние величины показателей физико-механических свойств древесины бука
без ложного ядра и с ложным ядром

Показатели	Без ложного ядра		С ложным ядром	
	заболонь	спелая древесина	заболонь	ложное ядро
Влагопоглощение %	25,4	24,8	23,2	23,4
в % от заболони		97		101
Водопоглощение %	121	119	131	120
в % от заболони		98		92
Коэф. линейной усушки:				
тангентальной	0,39	0,39	0,37	0,37
в % от заболони		100		100
радиальной	0,24	0,19	0,2	0,2
в % от заболони		80		100
Линейное разбухание %				
тангентальное	15,5	14,0	13,6	13,9
в % от заболони		90		102
радиальное	5,4	5,1	5,6	6,0
в % от заболони		95		107
Объемный вес г/см ³	0,70	0,68	0,66	0,69
в % от заболони		97		105
Предел прочности при сжатии вдоль волокон кг/см ²	474	464	467	482
в % от заболони		98		103
Предел прочности при местном смятии поперек волокон кг/см ²				
в тангентальном направлении	91	96	107	120
в % от заболони		105		112
в радиальном направлении	118	131	123	125
в % от заболони		111		102
Предел прочности при растяжении поперек волокон кг/см ² :				
в тангентальном направлении	39	38	36	38
в % от заболони		97		105
в радиальном направлении	56	58	57	58
в % от заболони		104		102
Предел прочности при статическом изгибе кг/см ² :				
в % от заболони	950	949	901	938
в % от заболони		100		104
Модуль упругости при статическом изгибе кг/см ² :				
в % от заболони	130000	131000	120000	130000
в % от заболони		101		108
Предел прочности при скалывании вдоль волокон кг/см ² :				
в тангентальной плоскости	117	129	113	118
в % от заболони		110		104
по радиальной плоскости		93	79	
в % от заболони	85	109		88
Твердость кг/см ² :				
торцевая	508	546	519	558
в % от заболони		107		107
тангентальная	404	450	373	400
в % от заболони		111		107
радиальная	421	438	405	410
в % от заболони		104		101

Вариационные коэффициенты показателей свойств испытанной древесины бука находятся в пределах средних значений, данных для этого коэффициента ГОСТ 6336-52.

В табл. 3 сведены средние величины показателей физико-механиче-

ских свойств заболони и спелой древесины кражей без ложного ядра, а также заболони и ложного ядра кражей с ложным ядром. Там же представлены значения показателей спелой древесины и ложного ядра в процентах, от величины показателей соответствующей заболони. Из данных этой таблицы видно, что спелая древесина по сравнению с заболонью этого же ствола обладает несколько меньшими водопоглощением, влагопоглощением, радиальной усушкой, линейным разбуханием в обоих направлениях. Из показателей механических свойств у спелой древесины несколько меньшими (на 2—3%) оказались пределы прочности при сжатии вдоль волокон и при растяжении поперек волокон в тангентальном направлении. Остальные показатели оказались или равными, или несколько большими, чем у заболони.

Аналогичное сравнение средних величин показателей свойств древесины трех деревьев с ложным ядром показывает, что из физических свойств у ложного ядра, как и следовало ожидать, водопоглощение несколько ниже, чем у заболони. Показатели остальных свойств или одинаковы, или отличаются незначительно. Все показатели механических свойств выше, но разница небольшая. Лишь для предела прочности при местном смятии поперек волокон в тангентальном направлении она достигает 12%.

Таблица 4

Разница между величинами показателей механических свойств центральной и периферической зон стволов

Показатели	№ деревьев			
	1	2	3	4
Сжатие вдоль волокон $кг/см^2$	—10	+80	+3	—5
Местное смятие поперек волокон $кг/см^2$:				
в тангентальном направлении	+5	+29	—3	+15
в радиальном направлении	+13	+23	+12	+3
Растяжение поперек волокон $кг/см^2$:				
в тангентальном направлении	—1	+4	—1	+4
в радиальном направлении	+2	+7	—3	0
Статический изгиб $кг/см^2$	—1	+134	—1	+23
Скалывание вдоль волокон $кг/см^2$:				
по тангентальной плоскости	+12	+6	+3	+4
по радиальной плоскости	+8	+10	+8	+9
Твердость $кг/см^2$:				
торцевая	+38	+75	+44	+28
тангентальная	+46	+38	+20	+15
радиальная	+17	+90	—4	—23

Однако в условиях, когда отдельные деревья могут отличаться друг от друга как величинами показателей свойств, так и разностью величин показателей свойств центральной зоны ствола и периферической, представляет интерес произвести такой сравнительный анализ в пределах каждого дерева. В табл. 4 приведены разности между величинами показателей механических свойств центральной и периферической зон ствола, т. е. для дерева № 1 разница в величинах показателей свойств спелой древесины и заболони, а для деревьев №№ 2, 3 и 4—то же между ложным ядром и за-

болонью. Знак (+) поставлен там, где показатели спелой древесины или ядра выше показателей заболони, а знак (—) — когда ниже.

Кроме стандартных испытаний древесины были проведены также испытания строганой фанеры из заболони и ложного ядра на растяжение вдоль волокон. Фанера была нарезана из кряжей тех же модельных деревьев по обычной технологии. Образцы вырезались из радиальных листов фанеры. Изготовление образцов и их испытание производились в соответствии с ГОСТ 1143-41. В табл. 5 приведены данные этих испытаний.

Таблица 5

Результаты испытаний строганой фанеры на растяжение вдоль волокон

№ деревьев	Зона ствола	Количество образцов n	Средн. арифм. M	Среднее квадратичн. отклонение σ	Средняя ошибка m	Вариационный коэф. V	Показатель точности $\% P$	Прочность центральной зоны в $\%$ от прочности заболони
1	Заболонь	21	663	118	25,6	17,8	3,9	
1	Спелая древесина	21	851	141	30,6	16,6	3,6	128
2	Заболонь	39	801	101,6	16,4	12,6	2,0	
2	Ложное ядро	34	1053	138,6	24,0	13,1	2,2	132

Сопоставляя полученные данные всех испытаний, можно заключить, что если для центральной зоны ствола в целом характерно некоторое повышение показателей механических свойств древесины, как это видно из показателей дерева № 1, то для дерева № 2 с ложным ядром это повышение выражено в еще большей степени. У двух остальных деревьев с ложным ядром картина этого различия в прочностях центральной зоны и заболони почти такая же, как и у дерева со спелой древесиной, если не считать некоторого снижения твердости в радиальной плоскости у деревьев №№ 3 и 4.

А. Т. Вакин, И. А. Чернцов, М. В. Акиндинов (¹⁰) пришли к выводу, что повышение показателей механических свойств ядровой древесины не может быть объяснено более центральным положением ядра в стволе дерева, а является, главным образом, прямым следствием процессов ядрообразования.

Однако надо отметить, что не всегда превышение показателей механических свойств ложного ядра над соответствующими показателями заболони оказывается больше обычного превышения показателей механических свойств центральной зоны над показателями периферической зоны. По-видимому, заметное повышение показателей отдельных свойств имеет место лишь на определенных стадиях развития ложного ядра.

Повышение прочности ложного ядра может быть объяснено в первую очередь пропиткой волокон либриформа красящими веществами, что в данном случае является фактором упрочнения. Сосредоточение этих веществ в ложном ядре иногда приводит к заметному повышению объемно-

го веса древесины в этой части ствола. Так, наибольшая разница в объемных весах заболони и ложного ядра наблюдается у дерева № 2 (заболонь — 0,62 г/см³, ложное ядро — 0,70 г/см³).

В табл. 6 сделано сравнение полученных средних показателей основных физико-механических свойств древесины бука из Армении с аналогичными показателями древесины бука из Краснодарского края и Абхазской АССР, взятыми из сводных таблиц Н. Л. Леонтьева (14), бука из Азербайджанской ССР (15) и бука европейского из Западной Украины (10).

Из сопоставления видно, что исследованная древесина бука из Армении имеет одинаковый предел прочности при испытании на сжатие вдоль волокон с древесиной бука кавказского из Абхазской АССР и бука европейского из Западной Украины. По этому же показателю она уступает древесине бука из Азербайджанской ССР.

Таблица 6

Некоторые физико-механические свойства древесины бука из Армении и других областей Советского Союза

Порода и район произрастания	Объемный вес г/см³	Коэффициент усушки		Предел прочности кг/см² при				Торцевая твердость кг/см²
		тангентальной	радиальной	сжатия вдоль волокон	статическом изгибе	тангентальном скалывании	радиальном скалывании	
Бук кавказский, Краснодарский край, Сочинский ЛПХ	0,69	0,31	0,14	460	940	166	125	587
Бук кавказский, Абхазская АССР	0,65	—	—	474	933	134	103	—
Бук кавказский, Азербайджанская ССР, Ленкоранский массив	0,73	0,31	0,18	554	1047	134	131	—
Бук европейский, Западная Украина	0,67	—	—	474	928	141	115	—
Бук кавказский, Армянская ССР	0,67	0,38	0,20	474	923	118	84	537

Почти такая же картина наблюдается и для предела прочности при статическом изгибе. Предел прочности при скалывании вдоль волокон по тангентальной и особенно по радиальной плоскостям оказался ниже, чем у древесины бука из других областей Советского Союза.

Результаты проведенных испытаний позволяют заключить, что для нормальной буковой древесины (без ложного ядра) характерно некоторое повышение показателей механических свойств центральной зоны ствола по сравнению с периферической. У деревьев с ложным ядром это свойство, в целом, сохраняется. У некоторых деревьев с ложным ядром оно выявляется в несколько большей мере, что, по-видимому, связано со стадия-

ми развития ложного ядра и условиями произрастания отдельных деревьев.

Определение ложного ядра как порока и при этом грибного происхождения вошло в ГОСТ 2140-43 «Пороки древесины». Оно привело к введению ограничений на применение древесины с ложным ядром, выразившемся в снижении сортности изделий ГОСТ 7897-56 «Заготовки лиственных пород», ГОСТ 6802-53 «Заготовки деревянные для деталей мебели».

Оценка ложного ядра как порока грибного происхождения и усматривание в связи с этим заниженных качественных показателей древесины нашло свое отражение и в ГОСТ 2977-51 «Фанера строганая».

Новейшие воззрения на природу ложного ядра и результаты проведенных сравнительных испытаний физико-механических свойств нормальной древесины и содержащей ложное ядро дают основание предложить пересмотреть требования стандартов в отношении ложного ядра и не снижать сортности продукции из древесины с ложным ядром.

Институт строительных материалов
и сооружений Госстроя Армянской ССР

Գ. Ա. ԱՐՁՈՒՄԱՆՅԱՆ ԵՎ Մ. Վ. ՄԱՄԻԿՈՆՅԱՆ

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻՄ ԽՈՈՂ ՀԱՃԱՐԵՆՈՒ ԲՆԱՓԱՅՈՒ ՓԻՂԻԿԱ- ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒՅՈՒՆՆԵՐ

Հաճարենին հանդիսանում է Հայաստանի հիմնական անտառադյունաբերական ծառատեսակը:

Չնայած նրան, որ տեղական հաճարենու բնափայտը լայնորեն օգտագործվում է ռեսպուբլիկայի ժողովրդական տնտեսության տարրեր բնագավառներում, նրա ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները մինչև հիմա ուսումնասիրված չէին եղել:

Այս աշխատությունում նպատակ է դրված ստանալ Հայաստանում առավել տարածված թարմ անտառի տիպերում աճող հաճարենու բնափայտի հիմնական ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշները:

Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ Հայաստանի անտառներում աճող հաճարենիների մեծ մասը պարունակում է կեղծ բնամիջուկ, խնդիր էր նաև դրվել ստանալ նորմալ և կեղծ բնամիջուկ ունեցող բնափայտի ֆիզիկա-մեխանիկական և մեխանիկական հատկությունների մասին համեմատական տվյալներ:

Մինչև վերջին ժամանակներս արտաբնափայտային և հասունացած փայտանյութ ունեցող ծառատեսակների կեղծ բնամիջուկի առաջացման մասին իշխում էր այն կարծիքը, որ դա պաթոլոգիական երևույթ է, կապված աճող ծառի բնի մեջ ներթափանցած սնկերի կենսագործունեության հետ: Այդ պատճառով կեղծ բնամիջուկը համարվում էր փտման սկզբնական ստադիա և նրա նկատմամբ ընդունված են եղել որոշ սահմանափակումներ:

Հայաստանի անտառներում աճող հաճարենու բնափայտի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները ուսումնասիրելու համար հիմնադրվել են երկու փորձնական ստորածություն, Իջևանի անտառադյունտեսության տերիտորիայի վրա՝ հաճարենու անտառի թարմ տիպերում: Հատվել է չորս տիպար ծառ, որից մեկը (№ 1) առանց կեղծ բնամիջուկի, հասունացած բնափայտով, իսկ (№ 2, 3 և 4) ծառերը կեղծ բնամիջուկով: Տիպար ծառերի բնափայտից պատրաստվել են ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունների փորձարկումների համար նմուշներ: Փորձերի արդյունքները արված են աղյուսակներում:

Աղյուսակ 2-ում ամփոփված են փորձարկված հաճարենու բնափայտի ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունների միջին տվյալները:

Աղյուսակ 3-ում տրված են առանց կեղծ բնամիջուկի և կեղծ բնամիջուկով ծառերի բնափայտի համեմատական տվյալները:

Այս փորձարկումների արդյունքները թույլ են տալիս եզրակացնել, որ նորմալ բնափայտի համար (առանց կեղծ բնամիջուկի) բնորոշ է բնի կենտրոնական մասում մեխանիկական հատկությունների ցուցանիշների որոշ բարձրացում, համեմատած բնի արտաքին մասերի հետ: Կեղծ բնամիջուկ ունեցող ծառերի մոտ այդ հատկությունը լրիվ պահպանվում է: Կեղծ բնամիջուկ ունեցող որոշ ծառերի մոտ դա դրսևորվում է (աղյուսակ 4) ավելի ջախտուն կերպով, որը ըստ երևույթին կախված է կեղծ բնամիջուկի զարգացման ստադիայից և առանձին ծառերի աճման պայմաններից:

Կեղծ բնամիջուկի առաջացման մասին եղած ժամանակակից տեսակետները և նորմալ ու նշված միջուկով բնափայտի վրա կատարված համեմատական ֆիզիկա-մեխանիկական փորձարկումների արդյունքները թույլ են տալիս առաջարկել դործող ստանդարտներից հանել կեղծ բնամիջուկ պարունակող բնափայտի նկատմամբ եղած սահմանափակումները:

Աղյուսակ 6-ում համեմատված են Հայաստանում աճող հաճարենու բնափայտի որոշ ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունների միջին տվյալները Միության այլ շրջաններում աճող հաճարենիների բնափայտի համապատասխան տվյալների հետ:

ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

- ¹ А. К. Магакьян, Растительность Армянской ССР, Изд. Арм. фил. АН СССР, Бот. ин-т, М.—Л., 1941. ² А. Л. Тахтаджян, Ботанико-географический очерк Армении, Труды Ботанического института АрмФАН, том II, 1941. ³ Г. Д. Ярошенко, Буковые леса Армении (Типы леса, лесовозобновление, системы рубок). Диссертация, Ереван, 1941. ⁴ Г. О. Пахарь, „Лесопромышленник“, № 32 и 33—34, 1916. ⁵ И. А. Терлецкий, В. З. Гулисашвили, „Экономист Грузии“, № 10—11, Тифлис, 1929. ⁶ С. И. Ванин, Грибные повреждения бука (*Fagus orientalis* L.) и влияние их на качество древесины. Сб. Ленинградского института инж. путей сообщения, вып. СХI, 1932. ⁷ Л. М. Перелыгин, О физико-механических свойствах древесины бука, К вопросу о замене дефицитных пород древесины, Сб. работ по исследованию физико-механических свойств древесины, ЦНИИМОД, Гослестехиздат, М., 1933. ⁸ Л. М. Перелыгин, Влияние пороков на технические свойства древесины, Гослестехиздат, М.—Л., 1949. ⁹ Н. Л. Леонтьев, „Механическая обработка древесины“, № 5, 1935. ¹⁰ А. Т. Вакин, И. А. Чернцов, М. В. Акиндинов, Труды института леса, том XVI, изд. АН СССР., М., 1954. ¹¹ V. Hecsesany, Jadro buku, Bratislava, 1958. ¹² М. В. Мамиконян, „Известия АН АрмССР“ (серия биолог. наук), 1961 (в печати). ¹³ А. А. Яценко-Хмелевский, Древесины Кавказа, том II (в печати). ¹⁴ Н. Л. Леонтьев, Таблицы физико-механических свойств древесных пород СССР, Технический бюллетень, № 17 (130), ЦНИИМОД, М., 1940. ¹⁵ З. А. Новрузова, „Известия АН АзССР“ (серия биолог. и сельхоз. науки), № 6, 1958.

МИНЕРАЛОГИЯ

А. И. Карапетян

Количественная характеристика оптических постоянных
реньерита и германита

(Представлено академиком АН Армянской ССР И. Г. Магакьяном 15/VI 1961)

Широко применяемая методика микроскопического определения рудных минералов, основанная на качественной характеристике оптических и ряда физических свойств минералов в полированных шлифах, в настоящее время является недостаточной для точной диагностики ряда минералов редких элементов. В связи с этим важное значение приобретает так называемая количественная минераграфия, которая основана на точном количественном определении оптических констант рудных минералов.

Несмотря на многочисленные методические изыскания в этой области до сих пор исследований по количественной характеристике оптических постоянных рудных минералов произведено чрезвычайно мало.

Настоящая статья имеет целью изложить результаты измерений дисперсии отражательной способности германита и реньерита*, а для отдельных частей спектра и силы двуотражения реньерита при помощи прибора ОКФ-1 (фотометрический окуляр с оптическим клином И. С. Волынского).

С целью уточнения и контроля этих измерений, дисперсия отражательной способности реньерита и германита измерена также при помощи микрофотометра (ПМТКО) в минераграфической лаборатории ВИМС-а.

Для наглядности и сравнения построены кривые дисперсии отражательной способности германита, реньерита, теннантита и борнита (последние два минерала по данным И. С. Волынского).

Собственные минералы германия в виде больших скоплений встречаются чрезвычайно редко. В природе германий присутствует в рассеянном состоянии, главным образом, в виде изоморфной примеси в некоторых рудных и породообразующих минералах. В отдельных редких случаях, когда содержание германия в определенных типах руд (борнитовые, медно-мышьяковые и др.) доходит до 0,1%, под микроскопом удастся установить включения минералов германия (¹⁻⁶), которые в виде мелких выделений рассеяны в общей массе борнита, энаргита, теннантита и других минералов.

* Измерения велись автором в лаборатории минераграфии ИМГРЭ АН СССР.

В борнитовых рудах одного из полиметаллических месторождений в 1959 году Э. А. Хачатуряном и А. А. Коджояном ⁽⁶⁾ был обнаружен и описан реньерит. Нами руды отмеченного месторождения изучались с целью установления закономерностей распределения германия в различных типах руд и выяснения условий концентрации германия в отдельных минералах и типоморфных ассоциациях руд. Проведенные с этой целью детальные микроскопические исследования показали, что совместно с реньеритом в борнитовых рудах присутствует также и другой германиевый минерал — германит.

Минералы германия здесь тесно ассоциируют с борнитом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом, блеклой рудой, гипогенным халькозином, штромейеритом, аргентитом, самородным серебром, золотом и гипогенным ковелином, которые образуют прожилки и небольшие гнезда в пределах одной из линз полиметаллической руды.

Реньерит в отмеченных рудах в виде округлых выделений приурочен к полям борнита, реже блеклой руды, галенита, халькозина и штромейерита. Размеры отдельных выделений колеблются в пределах от тысячных долей миллиметра до 0,1 мм. Полируется хорошо, микротвердость в среднем по нескольким измерениям составляет 182 кг/мм^2 , что соответствует 4 по шкале Мооса. Цвет минерала в белом отраженном свете является промежуточным между борнитом и халькопиритом. По сравнению с халькопиритом он темнее, но хорошо отличается от борнита благодаря своему густооранжевому цвету. В качестве индивидуальной особенности реньерита следует отметить совокупность двух точек на кривой дисперсии отражательной способности: в синем свете ($\lambda = 450 \text{ мкм}$) реньерит по освещенности уравнивается со сфалеритом и не отличается или едва заметно светлее борнита, в желто-красной части спектра реньерит отчетливо светлее, чем борнит и теннантит (фиг. 1).

Результаты измерений отражательной способности реньерита следующие:

Таблица 1

$\lambda \text{ мкм}$		443	465	493	525	557	590	617	650	671	704
$R \text{ в } \%$	воздух	18	19,1	21	24	29,6	32,0	32,4	33,8	33,5	33,1
	иммерсия	6,5	7,8	9,6	11,8	16,1	18,2	20,3	21,7	21,3	20,9

При измерении на приборе ОКФ-1 в качестве эталона как в воздухе, так и в иммерсии служил борнит. Полученные значения отражательной способности реньерита близко совпали с объединяющей их кривой (фиг. 1, табл. 1).

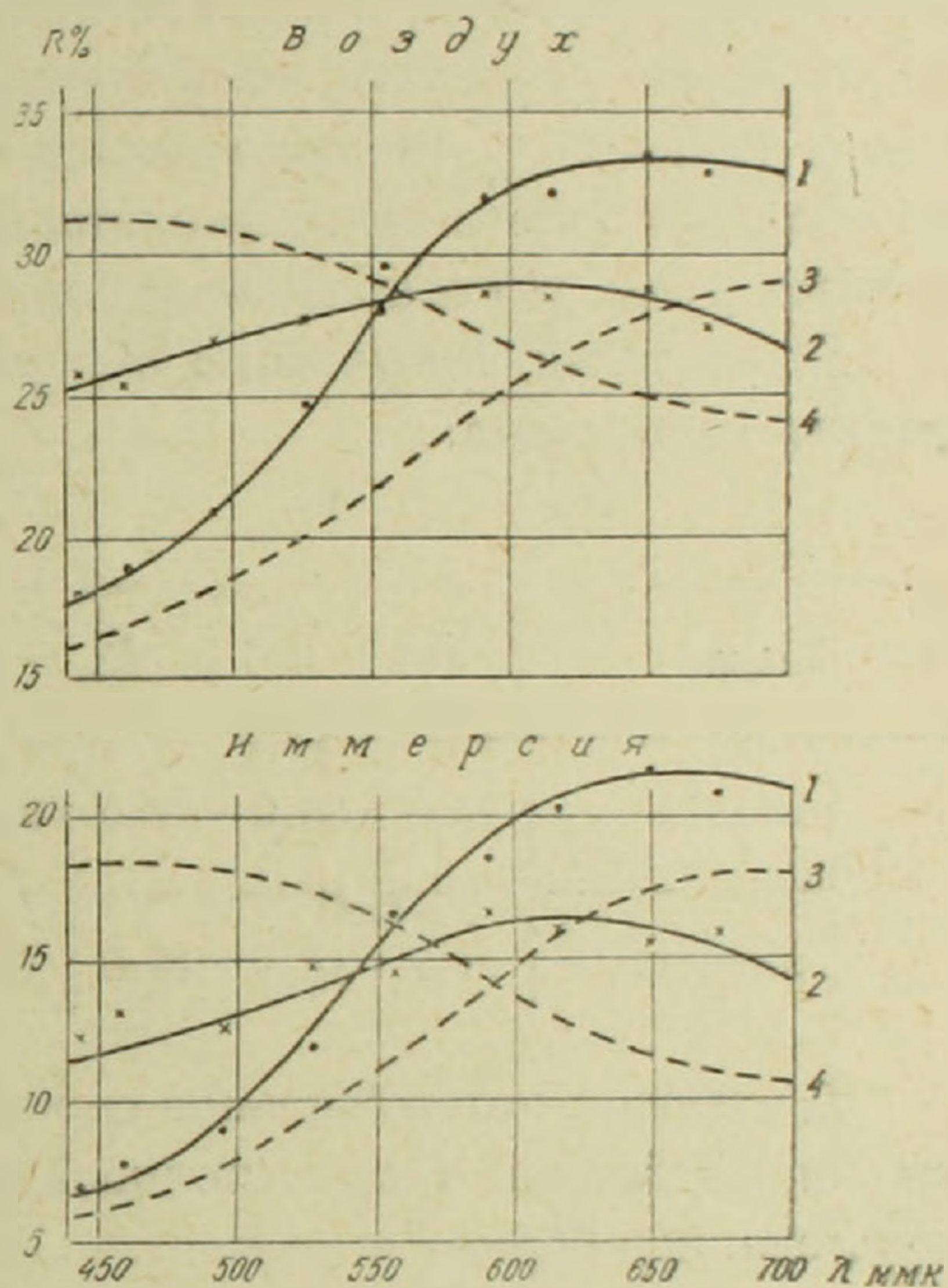
Характер дисперсии отражательной способности реньерита, выраженный резким возрастанием R в желто-оранжевой части спектра, свидетельствует об оранжево-желтом цвете минерала, что соответствует прямому наблюдению.

Эффект анизотропии реньерита проявлен настолько слабо, что двуотражение распознается только в иммерсии, причем сила двуотражения ($\Delta R_g - r$ отн.) достигает своего максимума (0,067) в желтом свете. Сила двуотражения реньерита определялась измерением главных показателей отражения (R_g и R_p) на сростках наиболее сильно двуотражающих зерен реньерита с теннантитом и борнитом. Из полученных данных в качестве наиболее близких к главному сечению приняты максимальное значение из ряда R_g и минимальное значение из ряда R_p . Значения как R_g так и R_p варьируют на разных зернах (разных сечениях) реньерита, что свидетельствует о двуосности минерала, оптический знак которого не определяется. Изменение силы двуотражения в различных длинах волн падающего света обусловлено цветным эффектом двуотражения, вследствие которого происходит дисперсия главных показателей (R_g и R_p).

Выявленные индивидуальные особенности реньерита в некоторой мере облегчают его микроскопическое определение, ибо в отношении оптических свойств реньерита в опубликованной литературе существуют противоречивые данные, которые в отдельных случаях создают непреодолимые трудности при диагностировании этого минерала. Так, некоторыми исследователями (1, 3, 5, 8, 9)

реньерит описывается как сильно анизотропный минерал с отчетливо выраженным цветным эффектом, другие авторы (4, 6, 10), наоборот, реньерит характеризуют как слабо анизотропный минерал. Окончательное решение этого вопроса, на наш взгляд, является чрезвычайно важным, ибо, как известно, недавно Гергардом Френцелем был обнаружен и описан (7) новый минерал — идаит (Cu_5FeS_6), который в отраженном свете идентичен с реньеритом. По данным Френцеля и других, для идаита характерна сильная анизотропия с цветным эффектом (в желто-красной и фиолетово-синей частях спектра), чем он и отличается от реньерита* (И. С. Волынский, Л. А. Логинова).

Необходимо отметить, что в недавно вышедшей книге О. М. Шубникова (2) отмечает, что «отражательная способность реньерита такая же как и борнита», с чем трудно согласиться, ибо, как показали измерения от-



Фиг. 1. Кривые дисперсии отражательной способности реньерита (1), германита (2), борнита (3) и теннантита (4).

* Реньерит из месторождений Принц-Леопольд, Тсумб и др. изучался и автором этой статьи. По нашим наблюдениям во всех месторождениях реньерит проявляет слабую анизотропию, которая на зернистых агрегатах заметная.

ражательной способности реньерита из многих месторождений мира, в пределах всей видимой части спектра он отчетливо светлее борнита.

Германит—в виде округлых выделений размером в тысячные, реже сотые доли миллиметра рассеян в полях борнита, блеклой руды, халькозина и штроейерита. Он часто находится в совместных зональных образованиях с реньеритом, образуя ядро отдельных выделений реньерита.

Микротвердость по данным двух измерений составляет 228 кг/мм², что соответствует 4,3 по шкале Мооса. В отраженном желтом свете германит темнее реньерита, но незначительно светлее теннантита. По сравнению с реньеритом минерал лишен оранжевого оттенка и в окраске его преобладает коричневато-фиолетовый оттенок, чем он и отличается от блеклой руды. По сравнению с борнитом германит белесый.

Изотропный. Результаты измерений отражательной способности германита следующие:

Таблица 2

λ мкм		443	465	493	525	557	590	617	650	671	704
R в %	воздух	25,3	26,0	27,0	28,1	28,8	29,1	29,0	28,6	27,7	26,6
	иммерсия	11,7	12,1	13,0	14,0	15,2	16,5	16,1	15,8	15,3	14,6

Дисперсия отражательной способности германита в воздухе и в имерсии определялась в свежеполированном шлифе, в качестве эталона использовались борнит и теннантит. Полученные частные значения отражательной способности германита близко совпали с объединяющей их кривой (табл. 2, фиг. 2).

В качестве индивидуальной особенности германита следует отметить совокупность трех точек на кривой дисперсии его отражательной способности: в сине-фиолетовой части спектра он резко темнее теннантита, в зеленом свете ($\lambda = 560$ мкм) уравнивается с теннантитом и реньеритом, но светлее борнита, в желто-красной части спектра он отчетливо светлее теннантита, но темнее реньерита.

Следует отметить, что в литературе (^{10, 12, 13} и др.) цвет германита характеризуется как неоднородный от темно-розового до розовато-серого с фиолетовым оттенком. Действительно, изучение германита из месторождения Тсумеб (коллекция минераграфической лаборатории ИМГРЭ АН СССР) показывает, что он представлен несколькими разновидностями, которые часто образуют постепенные переходы.

И. С. Волынский и Л. А. Логинова выделяют три разновидности тсумебского германита, которые отличаются друг от друга как по цвету (характеру дисперсии отражательной способности), так и по освещенности (фиг. 2).

Первая разновидность тсумебского германита под микроскопом похожа на борнит в начальной стадии образования побежалости. Отража-

тельная способность* в желтом свете ниже борнита и избирательно повышается в фиолетовой и красной частях спектра. Вторая разновидность соломенно-желтая, отражательная способность в желто-оранжевой части спектра выше борнита и характеризуется постепенным падением в фиолетовой и красной частях спектра. Третья разновидность по цвету и отражательной способности является промежуточной между первой и второй разновидностями.

Любопытно, что германит из месторождения Тсумеб неоднороден не только по оптическим свойствам, но и по химическому составу. По данным существующих химических анализов содержание германия в тсумебском германите колеблется в пределах от 6 до 10 процентов⁽¹¹⁾.

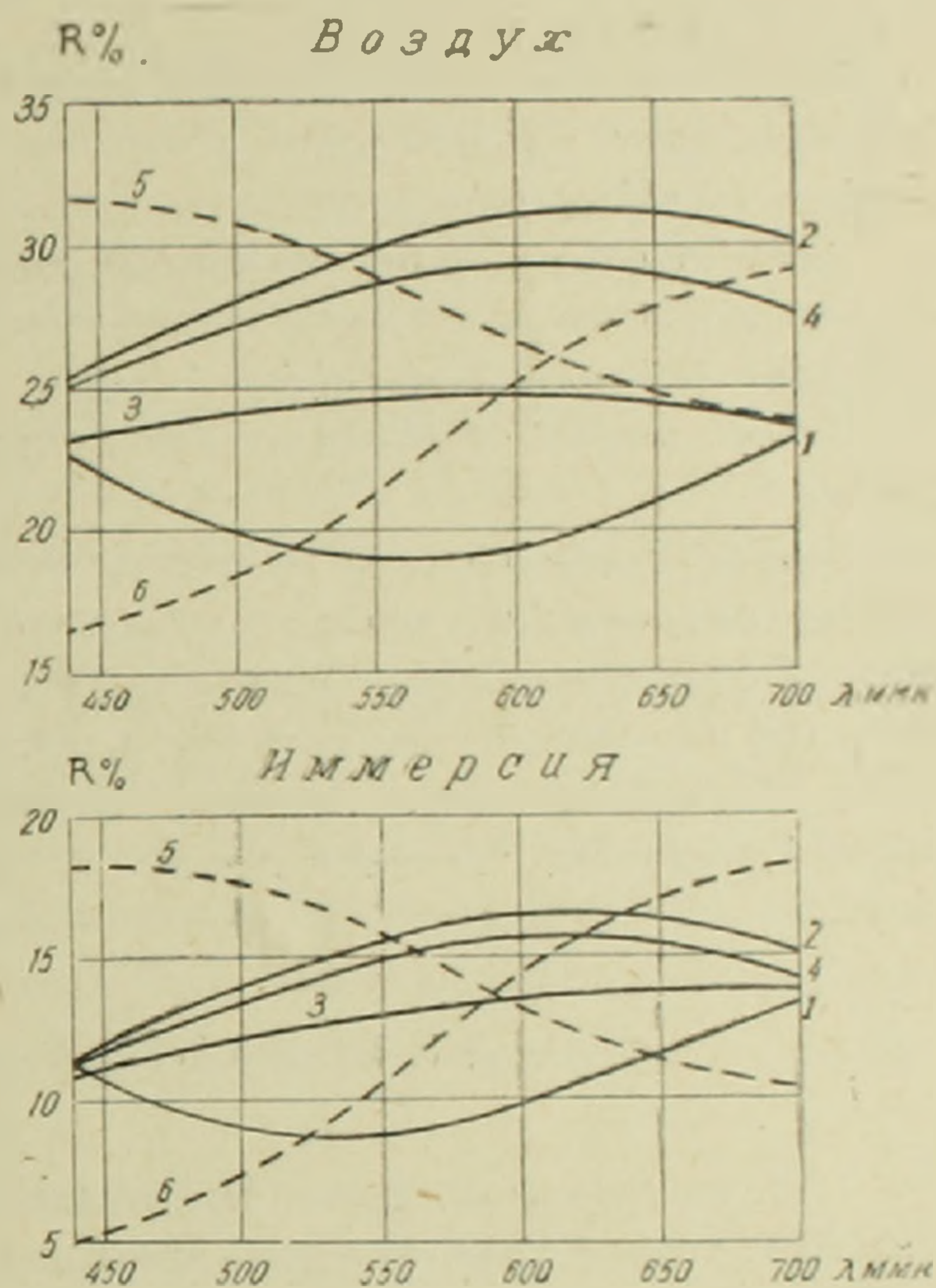
Как видно из сравнения приведенных кривых на фиг. 2, описываемый германит по своему характеру идентичен со второй разновидностью тсумебского германита, отличаясь от нее лишь несколько заниженными значениями R.

Исходя из этого, можно предполагать, что рассматриваемый минерал является своеобразной разновидностью германита. Такое предположение обосновывается также следующими фактами: минерал оптически изотропен, по твердости и относительному рельефу выше реньерита и незначительно ниже теннантита, и, что очень важно, он часто находится в совместных зональных образованиях с реньеритом.

В заключение следует отметить, что выявленные индивидуальные особенности реньерита и германита имеют важное диагностическое значение, учет которых в значительной мере может облегчить микроскопическое определение этих минералов.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

* Измерения дисперсии отражательной способности разновидностей германита произведены Л. А. Логиновой.



Фиг. 2. Кривые дисперсии отражательной способности германита (1, 2, 3) — разновидности из месторождения Тсумеб и 4 — из руд СССР (5) теннантита, (6) борнита.

ՌԵՆԵՐԻՏԻ և ՎԵՐՄԱՆԻՏԻ ՕՍՏԻԿԱԿԱՆ ԽԱՍՏԱՏՈՒՆՆԵՐԻ ԲԱՏԱԿԱԿԱՆ ԲՈՒՐԱԳԻՐԸ

Հողվածում հիմնականում շարադրվում են գերմանիտի և ռենյերիտի օստիկական հաստատունների չափման արդյունքները, որոնք կառուարվել են հեղինակի կողմից ՍՍՌՄ ԳԱ Հաղվածչուտ տարրերի միներալոգիայի, գեոքիմիայի և կրիստալոգրիմիայի ինստիտուտում «ՕԿՓ-1» սարքի միջոցով:

Ուսումնասիրության են ենթարկվել բազմամետաղային հանքավայրերից մեկի՝ բոռնիտային հանքանյութերում հայտնաբերված ռենյերիտը (Է. Ա. Խաչատրյան և Ա. Հ. Կոչոյան) և գերմանիտը (հեղինակ):

Համեմատության համար մանրադնին միկրոսկոպիկական ուսումնասիրության են ենթարկվել նաև գերմանիտ և ռենյերիտ պարունակող աշխարհի համարյա բոլոր հանքավայրերից հավաքված հանքանյութերի հղկված նմուշներ (անչլիֆներ):

Առաջին անգամ հեղինակի կողմից չափվել է գերմանիտի և ռենյերիտի միկրոկարծրությունը:

Բերվում է գերմանիտի և ռենյերիտի սնդրադարձման ունակությունների դիսպերսիայի չափման արդյունքները, որոնց հիման վրա և կառուցվել են այդ դիսպերսիան արտահայտող կոթեր: Բերվող գծագրերից հեշտությամբ հնարավոր է դառնում ի հայտ բերել մի շարք առանձնահատուկ օստիկական հատկություններ, ինչպես ռենյերիտի, այնպես էլ գերմանիտի համար, որոնց իմացությանը զգալի կերպով կհեշտացնի այդ միներալների միկրոսկոպիկական որոշումը, առկա նրանց ավելի հիմնավոր բնույթ:

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

- ¹ Կ. Ա. Կարամյան, Зап. Арм. отделения всесоюзного минералогического общества, № 1, 1955. ² Колл. авторов, Минералы, М., 1960. ³ Г. О. Пиджян, ДАН АрмССР, т. XXX, № 3 (1960). ⁴ Ф. Л. Смирнов и Л. И. Яковлев, Труды минералогического музея, вып. 10, 1959. ⁵ Э. А. Хачатурян, Изв. АН АрмССР (серия геологич.), № 6 (1958). ⁶ Э. А. Хачатурян и А. А. Коджоян, Изв. АН АрмССР (серия геологич.), № 3—4 (1960). ⁷ Г. Френцель, Neues Jahrbuch mineralogie. Jahrgang, 1958, Heft 6. ⁸ Г. Масыу, Com. Special Katanga Annales, t. 9, 1938. ⁹ Ж. Мурдох, Am. Mineralogist, 1953, V. 38. ¹⁰ P. Ramdohr, Die Erzminerale und ihre Verwachsungen: Akad. Verlag. Berlin, 1956. ¹¹ Ч. Склер и Д. Геуер, Econ. Geol., V, 52 № 6, 1957. ¹² H. Schneiderhöhn and P. Ramdohr, Lehrbuch der Erzmikroskopie. Band II: Gebrüder Borntraeger, Berlin, 1931. ¹³ E. Томсон, Thoronto Univ. Studies, Geol. ser. 17, 1924.

МИКРОБИОЛОГИЯ

А. К. Паносян, чл.-корресп. АН Армянской ССР, Р. Ш. Арутюнян и Н. А. Аветисян

Новые данные об экологии азотобактеров

(Представлено 5/VI 1961)

При исследовании жизненных процессов азотобактера, в частности особенностей азотного питания, стало возможным обосновать сущность биохимического обмена элементарного азота, а также многие другие вопросы, которые имеют важное значение в деле освещения узловых вопросов общей биологии. Несмотря на то, что по экологии азотобактеров имеется много исследований (¹⁻⁵ и др.), нам кажется, что ряд биологических свойств, связанных с их экологическими особенностями, еще не освещены в достаточной мере. На основании многолетних исследований по выявлению биологических особенностей и распространения азотобактеров в различных типах почв Армянской ССР мы выявили ряд характерных особенностей этой группы микроорганизмов.

Армения имеет разнообразный почвенный покров.

На высоте 600—1000 м над уровнем моря, в долинах рек и, вообще, в низменных местностях распространены сероземы, светло-бурые и бурые почвы. Это полупустынные культурно-поливные, песчано-глинистые, в некоторых местностях глинисто-песчаные, щебнистые, карбонатные почвы, имеющие лишь 0,5—2% гумуса.

С высоты 1000 м над уровнем моря бурые почвы начинают постепенно принимать более темную окраску, именно отсюда начинают встречаться светло-каштановые и затем каштановые почвы, которые главным образом распространены в предгорных и низменных частях горных зон, т.е. на высоте от 1000 до 1400—1600 м над уровнем моря. Некоторые каштановые почвы окультурены орошением; они, в основном, имеют щебенистую, песчано-глинистую, иногда глинисто-песчаную структуру. Большая часть почв этого типа карбонатная и содержит 2—4% гумуса.

На высоте 1400, 1600—2000 м над уровнем моря главным образом распространены выщелоченные черноземы, отличающиеся оттенками, мощностью, глинисто-песчаным строением, слабой карбонатностью, песчано-глинистой структурой, а иногда отсутствием карбонатов. Количество гумуса всех разновидностей подобных черноземов равно 4—6%.

Начиная с 2000 м над уровнем моря распространены черноземоподобные, со слабой мощностью, щебенистые и песчано-глинистые луговые почвы, которые не имеют карбонатов и содержат 5—8% гумуса. В этой

зоне сконцентрированы также так называемые горно-лесные коричневые почвы. Они большей частью заняты лесной растительностью, не содержат карбонатов, в некоторых местностях они мощные, а в некоторых — имеют очень слабую мощность. Эти типы почв обладают песчано-глинистой, щебенистой структурой. Содержание гумуса составляет 6—12%.

На высоте 3000 м над уровнем моря и выше находятся черно-коричневые почвы со слабой мощностью, сильно щебенистые, песчано-глинистые, не имеющие карбонатов, занятые альпийской растительностью.

Понятно, что подобная пестрота почв Армении не могла не влиять на микрофлору, в том числе на азотобактеров, их распространение, состав и биологические особенности. Наши исследования, проведенные в этом направлении, показали, что азотобактеры в основном распространены в сероземах, светло-бурых, бурых и каштановых почвах Армении, а в выщелоченных черноземах, высокогорных, луговых черноземоподобных и коричневых почвах азотобактеры отсутствуют (табл. 1). Более того, если в эти почвы искусственным путем вводить азотобактеры разных видов, то даже через очень короткое время их невозможно обнаружить. Весьма вероятно, что азотобактеры в названных типах почв не только не находят необходимых условий для своей жизнедеятельности, а быстро исчезают благодаря наличию многообразных микробов-антагонистов. В этих типах почв имеется очень много микроорганизмов-антагонистов по отношению к азотобактеру. Именно этим необходимо объяснить отсутствие азотобактера в выщелоченных черноземах, горно-луговых и коричневых почвах.

Таблица 1

Распространение азотфиксаторов в различных типах почв (обрастание комочков азотфиксаторами в процентах от 0,1 г почвы)

Штаммы азотфиксаторов	Типы почв						
	серозем	бурые	светло-каштановые	каштановые	выщелочен. чернозем	горно-луговые	высокогорные коричневые
<i>Az. chroococcum</i>	100	75	15	15	нет	нет	нет
<i>Az. nigricans</i>	75	100	25	15	нет	нет	нет
<i>Az. agile</i>	нет	нет	75	100	нет	нет	нет
<i>Az. fluorescens</i>	нет	нет	25	25	нет	нет	нет
<i>Bact. radiobacter</i>	50	75	75	50	100	100	100
<i>Bact. pseudomonas</i>	25	50	75	75	75	100	100
<i>Bact. pseudomonas</i> (раств. соединение кальция)	15	25	25	50	50	75	75

Как показывают данные, приведенные в табл. 1, в тех типах почв, которые содержат азотобактер, состав последних не одинаков. Так, например, в сероземах и бурых почвах обычно очень распространены *Azotobacter chroococcum* и *Azotobacter nigricans*. В подобных типах почв *Azotobacter agile* и пигментообразующие (близко стоящие

к *Az. fluorescens*) азотобактеры находятся либо в очень небольшом количестве, либо совершенно отсутствуют. И, наоборот, в каштановых почвах широко распространены и в большом количестве имеются *Az. agile* и образующие без пигментации сильно слизистые колонии азотобактера. Если мы в каштановые почвы вводим *Az. chroococcum* и *Az. nigricans*, то они постепенно теряют пигментообразующие свойства. Если в темно-каштановых почвах имеются азотобактеры, то они образуют колонии, в которых полностью отсутствуют пигменты.

Если в черноземах отсутствуют азотобактеры, то в них в большом количестве, а также в большом разнообразии, обнаруживаются бактерии группы *Bact. radiobacter* и *Pseudomonas*. Из последней группы имеется немало таких разновидностей, которые обладают способностью растворять соединения кальция. Они, в основном, развиваются непосредственно на корнях растений. Эти особенности распространения азотфиксаторов отражаются так же азотассимиляционной способностью почв. Как показывают данные табл. 2, азотобактеры в сероземах и бурых почвах производят ассимиляцию азота более интенсивно, чем азотобактеры каштановых почв. Например, если азотобактеры в сероземах и бурых почвах благодаря окислению одного грамма глицерина или маннита усваивают 18—25 мг газообразного азота, то азотобактеры каштановых почв, окисляя то же количество глицерина или маннита, едва связывают 8—15 мг азота.

Таблица 2

Азотассимиляционная способность в различных типах почв (количество связанного азота при окислении одного грамма глицерина или маннита в мг)

Типы почв	Количество азота	Примечание
Серозем	18—20	Азот определяется по Кьельдалю
Бурые	22—25	
Светло-каштановые	12—15	
Каштановые	8—10	
Выщел. чернозем	3—5	
Горно-луговые	1—3	
Высокогорные	2—4	
Коричневые	3—5	

Выщелоченные черноземы, высокогорные черноземоподобные луговые, коричневые почвы хотя и не содержат азотобактеров, однако обладают способностью к биологической фиксации азота. В вышеназванных почвах, не содержащих азотобактеров, фиксация азота имеет место благодаря жизнедеятельности сильно распространенных в данных почвах бактерий, относящихся к группам *Bact. radiobacter* и *Pseudomonas*. Способность каждой разновидности этих групп бактерий ассимилировать азот очень слаба (при использовании одного грамма глицерина или маннита они едва связывают 2—5 мг газообразного азота). Эти бактерии в названных типах почв находятся в таком большом количестве, что имен-

но данный признак приобретает большое значение для биологической фиксации азота в почве.

Подобный пример распространенности азотобактера в различных типах почв имеет огромное значение для правильного понимания общих биологических особенностей разных типов почв и для оценки степени плодородия почв.

Нам кажется, что из этих данных явствует, что каждый тип почвы имеет весьма характерный для себя состав азотобактеров, а в тех почвах, которые не содержат азотобактеров, биологическая фиксация азота осуществляется другими группами почвенных микроорганизмов. В этом отношении важное значение приобретают бактерии, принадлежащие к группам *Bact. radiobacter* и *Bact. pseudomonas*.

Институт микробиологии
Академии наук Армянской ССР

Հ. Կ. ՓԱՆՈՍՅԱՆ, Ռ. Շ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ ԵՎ Ն. Ա. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ

Նոր տվյալներ ազոտաֆակտերների էկոլոգիայի մասին

Հայկական ՍՍՌ-ը, որպես լեռնային երկիր, տարբեր բարձրություններում ունի շատ բնորոշ հողային տիպեր: Յուրաքանչյուր հողատիպում էլ բնակվում են որոշ խմբերի ազոտֆիքսատորներ:

Մոխրագույն և գորշ հողերում մեծ մասամբ դարգանում են պիզմենտավոր ազոտոքաղտերներից, *Az. chroococcum*, *Az. nigricans*-ի տիպի բակտերիաներ: Շագանակագույն հողերում շատ են ոչ պիզմենտավոր *Az. agile* տիպի բակտերիաներ: Լվացված սևահողերում, մարգագետնային սևահողերում և բարձր լեռնային դարչնագույն հողերում բոլոր տիպերի ազոտոքաղտերները բացակայում են:

Հայաստանի համարյա բոլոր տիպերի հողերում էլ դարգանում են *Bact. radiobacter* և *Bact. pseudomonas* տիպերի բակտերիաները: Սակայն, նրանք հատկապես մեծ թվով հանդես են գալիս այն հողերում, որոնցում ազոտոքաղտերները բացակայում են:

Տարբեր տիպերի հողերում պազային ազոտի ասիմիլյացիան միանման ինտենսիվությամբ չի ընթանում: Ազոտոքաղտերնր պարունակող մոխրագույն, գորշ և բաց-շագանակագույն հողերում ազոտի ասիմիլյացիան ավելի ինտենսիվ է տեղի ունենում, քան լվացված սևահողերում, մարգագետնային սևահողերում և բարձր լեռնային դարչնագույն հողերում: Այն հողերում, որոնցում ազոտոքաղտերները բացակայում են, ազոտի ասիմիլյացիան տեղի է ունենում *Bact. radiobacter* և *Bact. pseudomonas* և այլ խմբերի միկրոօրգանիզմների կենսագործունեությամբ ընթանում:

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

- С. Н. Виноградский, Микробиология почв. Изд. АН СССР, М., 1951.
А. Ф. Войткович и Е. В. Рунов, Вестн. Бакт. станции НКЗ, № 25, 1928. ³ Е. Н. Мишустин, Труды Института микробиологии АН СССР, в. 3, 1954. ⁴ Л. И. Рубенчик, Азотобактер и его применение в сельском хозяйстве. Изд. АН УССР, Киев, 1960.
⁵ Н. Н. Сушкина, Эколого-географическое распространение азотобактера в почвах СССР, Изд. АН СССР, М.—Л., 1949.

ФИЗИОЛОГИЯ

Р. И. Погосян

К вопросу о механизме действия ионизирующей радиации
на нервную систему

(Представлено чл.-корресп. АН Армянской ССР А. М. Алексаняном 25/VI 1961)

Изучение вопроса о возможности влияния ионизирующей радиации на нервную систему имеет такую же давность, как и открытие рентгеновых лучей. Несмотря на это до последнего времени некоторые исследователи (¹ и др.) все еще придерживались мнения, что нервная система взрослых организмов радиорезистентна. Однако применение новейших морфологических, гистохимических, электрофизиологических и других методов исследования показало, что под действием радиации возникают значительные изменения в центральной и периферической нервной системе (² и др.).

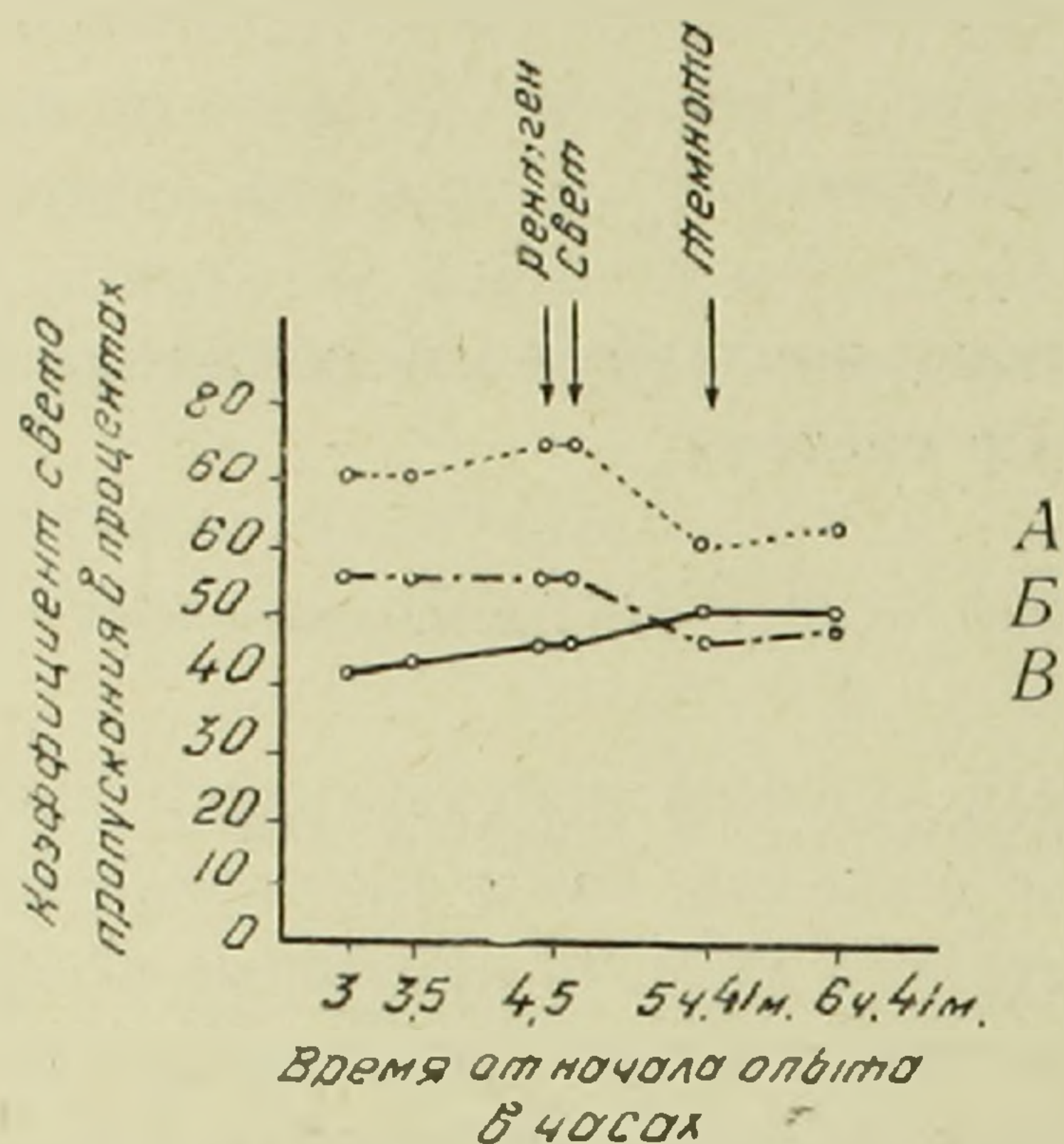
Ряд авторов стоит на точке зрения, что действие радиации на нервную систему является вторичным — следствием циркуляторных (⁵) или гуморальных нарушений (⁶). Однако значительная часть исследователей, не отрицая роли указанных факторов в патогенезе лучевого поражения, главенствующее значение придает прямому воздействию радиации на нервные элементы как центральные, так и периферические (^{2,3,7} и др.). В связи с этим возможность возникновения прямых и рефлекторных реакций при облучении живых организмов представляет большой интерес и занимает значительное место в современной радиобиологической науке.

В данной работе мы преследовали цель изучить радиочувствительность некоторых светочувствительных образований и использовать эти результаты при попытках вскрыть физиологический механизм действия радиации на нервную систему.

В качестве объектов для исследования мы применяли изолированную кожу лягушки, которая, как известно, обладает фоторецептивной функцией; относительно примитивные фоторецепторы дождевых червей и, наконец, более высокоорганизованную светочувствительную систему — сетчатку глаза лягушки.

Радиочувствительность кожи лягушки изучалась фотометрически, путем определения изменений коэффициента светопропускания в темноте, при действии света и после облучения ионизирующей радиацией. При

этом мы применяли методику, описанную в работе Цетнера (8). В литературе имеются данные об увеличении в темноте коэффициента светопропускания изолированной кожи лягушки, помещенной в раствор Рингера и, наоборот, о его уменьшении при освещении (8). Нами также было показано (9), что кусочки кожи лягушки, помещенные в раствор Рингера и находящиеся в темноте, в подавляющем большинстве случаев обнаруживают постепенное увеличение коэффициента светопропускания в течение



Фиг. 1. Изменение коэффициента светопропускания изолированных кусочков кожи лягушки. А— коэффициент светопропускания (к. п.) кусочка кожи, который сначала облучен, а затем подвергнут действию света; Б— к. с. кусочка кожи, который подвергнут только действию света; В— к. с. кусочка, находящегося все время в темноте.

применении ионизирующей радиации (А), действии света (Б) и в темноте (В) в параллельных опытах. Из рисунка отчетливо видно, что, в противоположность свету, облучение не вызывает заметного изменения коэффициента светопропускания.

На фиг. 2 показана светочувствительность (фиг. 2, А) и радиочувствительность (фиг. 2, Б, В) дождевых червей, которые исследовались нами посредством электрофизиологической регистрации их двигательной активности (10). На приведенном рисунке видно, что как при действии света, так и после облучения ионизирующей радиацией возникает мощная двигательная реакция, четко отличающаяся от предшествующего фона. Нами показано, что радиочувствительность дождевых червей не зависит от темновой адаптации в той мере, в которой это свойственно светочувствительности (10). Правда, у темноадаптированных животных реакция обнаруживалась отчетливее, но изменение двигательной активности выявлялось и при облучении дождевых червей ионизирующими излучениями в условиях небольшого освещения рассеянным светом.

Степень выраженности ответной двигательной реакции дождевых чер-

нескольких часов, после чего устанавливается определенный стационарный уровень коэффициента светопропускания, колебания которого находятся в пределах ошибки метода. Воздействие на этом фоне световым раздражителем вело в наших исследованиях к статистически достоверному понижению коэффициента светопропускания. Облучение же рентгеновыми (50, 100, 200, 500, 1000, 5000 p) и γ -лучами радиоактивного кобальта (40 000, 200 000, 540 000 p) не вызывало достоверных изменений со стороны коэффициента светопропускания ($p = 0,05$ и более).

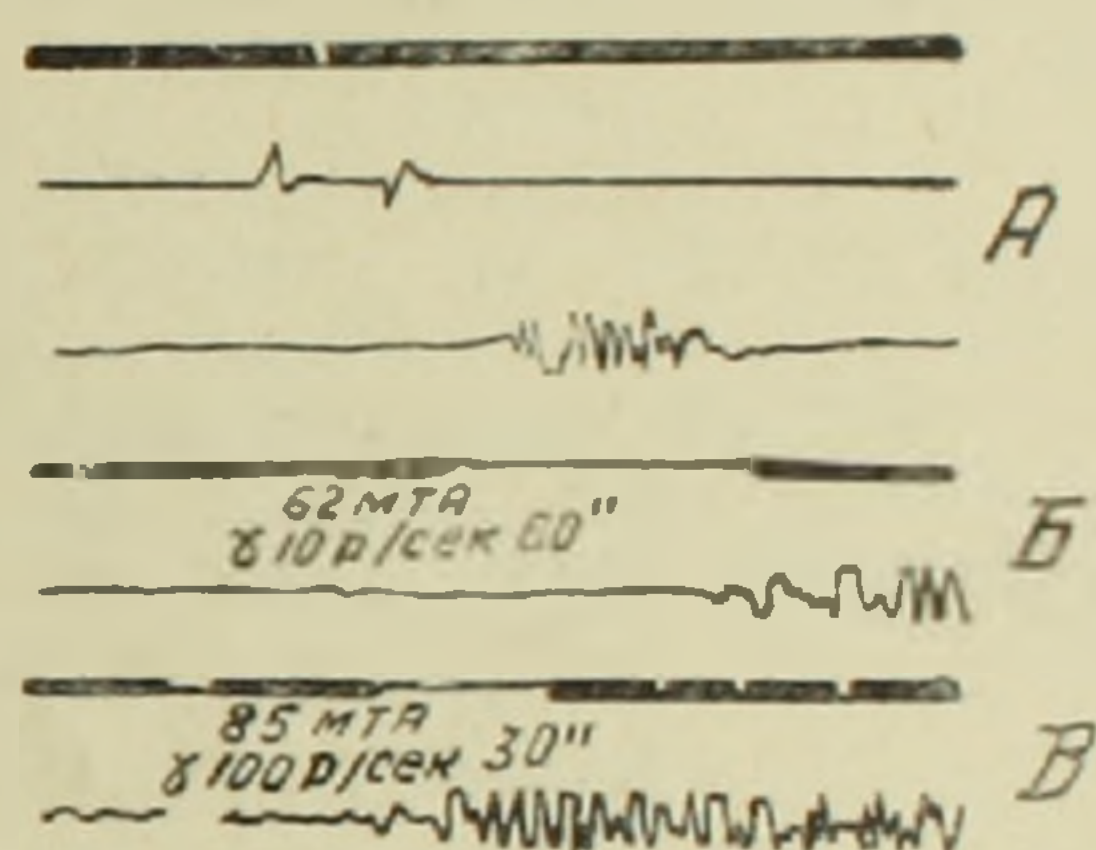
На фиг. 1 показано изменение коэффициента светопропускания кожи лягушки при

вей при облучении ионизирующей радиацией обнаруживала прямую зависимость от интенсивности, а главное, от суммарной дозы излучения, причем с увеличением мощности дозы имело место заметное уменьшение латентного периода на одном и том же объекте (фиг. 2, Б и В).

Что касается третьего объекта — изолированного глазного бокала лягушки — нами совместно с Н. М. Труновой и Б. Н. Цыпиным (¹¹) было показано, что при стимуляции сетчатки γ -лучами Co^{60} через некоторый латентный период регистрируется электрическая реакция, которая обнаруживает большое сходство с электроретинограммой (ЭРГ), возникающей при действии света, как по своей форме и составляющим элементам (фиг. 3, Б), так и по закономерностям, которым она подчиняется. Так, если при малой интенсивности ионизирующего излучения и света регистрировалась только b-волна ЭРГ (фиг. 3, Б — при действии γ -лучей Co^{60} ; 3, В — при действии света), то увеличение интенсивности этих раздражителей вело в обоих случаях к появлению a-волны ЭРГ (фиг. 3, А). Далее, с увеличением продолжительности действия раздражителей в обоих случаях отмечалось увеличение эффекта выключения (фиг. 3, Б и 3, В). Рост волны „в“ наблюдался также с возрастанием мощности дозы (фиг. 4, А) и времени темновой адаптации (фиг. 4, Б), на свету же указанная волна исчезала.

Проведенные исследования позволяют нам делать заключение не только о радиочувствительности нервных образований, но и относительно того, на какие нервные элементы и каким образом оказывает свое действие ионизирующая радиация.

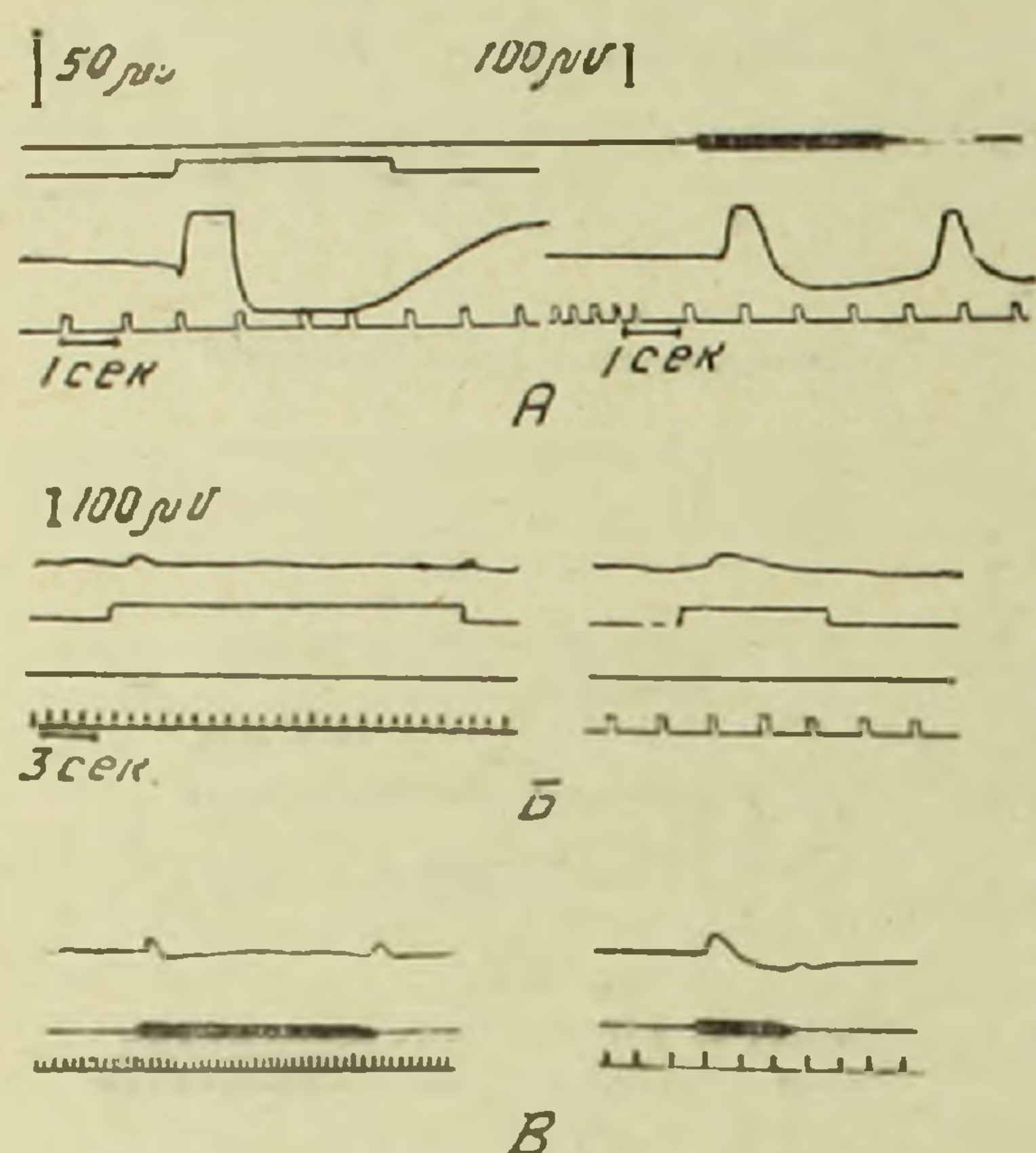
Как было указано выше, в наших исследованиях при облучении не получено достоверных изменений со стороны меланофорной реакции изолированной кожи лягушки, в то время как в литературе имеются указания на то, что при облучении интактных лягушек возникают изменения этой реакции (^{12,13} и др.). Известно, что указанная реакция кожи лягушки тесно связана с функцией гипофизарно-адреналовой системы. Однако установлено, что последняя представляет лишь промежуточное звено, через которое реализуется координирующее влияние нервной системы. Исходя из этого, мы предполагаем, что радиация, обладая проникающей способностью, оказывает в данном случае свое действие путем непосредственного влияния на нервную систему. Конечно, учитывая важную роль, которую играют эндокринные органы в меланофорной реакции и патогенезе лучевого поражения, нельзя не принимать во внимание и их прямое или опосредованное (через нервную систему) участие в исследуемом процессе, но тот факт, что свет вызывает изменения меланофорной реакции кожи как в интактном организме (¹⁴), так и на изолированных препара-



Фиг. 2. Изменение двигательной активности дождевых червей при действии света (А) и облучения радиоактивным Co^{60} разной интенсивности (Б и В).

тах ⁽⁸⁾, а радиация только в первом случае, говорит за действие радиации скорее через нервный аппарат, чем через эндокринные образования.

Что касается дождевых червей, то и в этом случае выявленная нами отчетливая радиочувствительность, связанная не с темновой адаптацией, а зависящая, главным образом, от интенсивности и суммарной дозы излучения, свидетельствует о том, что более вероятным является действие радиации непосредственно через нервную систему, рефлекторный и эндокринный же механизмы, по-видимому, занимают второстепенное место. Наконец, в опытах с воздействием γ -излучений на сетчатку, радиация выступает в роли реального светового раздражителя рецептора.



Фиг. 3. Световая и γ -лучевая электро-ретинограмма (ЭРГ) глаза лягушки. А—ЭРГ при большой интенсивности γ -лучей (слева) и света (справа); Б— γ -лучевая ЭРГ при разной продолжительности облучения (интенсивность γ -лучей небольшая); В—световая ЭРГ при разной продолжительности облучения (интенсивность света небольшая).

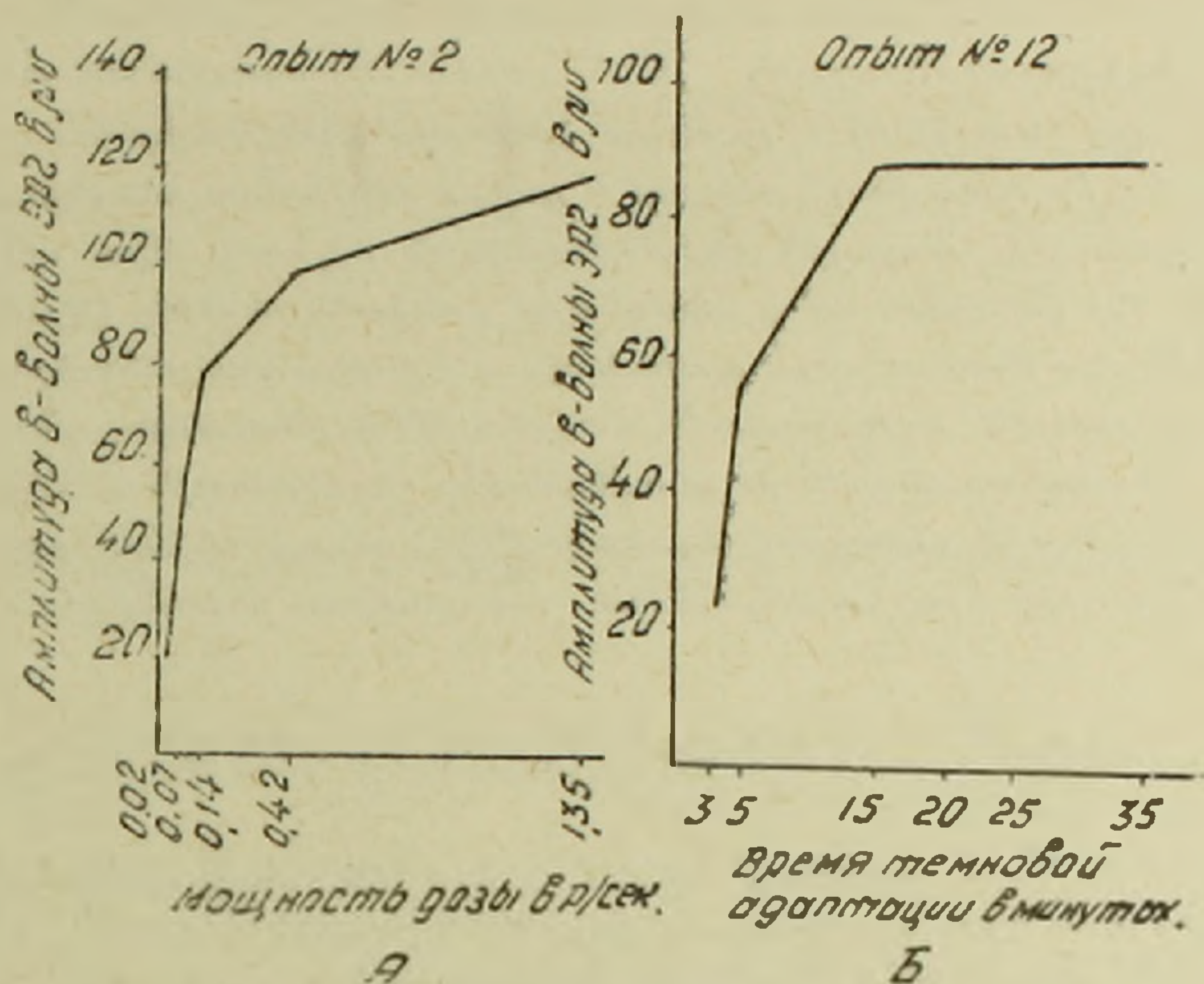
Обнаружение паранекротических изменений в нервной системе, нарушение синаптической передачи, повышение клеточной проницаемости и проницаемости вообще вследствие облучения и т. д. позволили А. В. Лебединскому и другим ⁽²⁾ высказать мысль о деполяризующем действии радиации на синаптические структуры нервной системы. Еще раньше точку зрения о деполяризующем действии радиации на нервную ткань выдвинул Липетц ⁽¹⁷⁾, который, регистрируя импульсы ганглиозных клеток сетчатки лягушки при помощи микроэлектродов, обнаружил кумулятивные явления в результате облучения, меньшее критическое время для рентгеновых лучей и т. д.

Полученные нами данные о зависимости величины ответной реакции дождевых червей от интенсивности, а главное, суммарной дозы излучения также являются подтверждением этой гипотезы. Наконец, о деполя-

На какие же нервные элементы оказывает радиация свое действие? Так как нами не был получен эффект при ее действии на изолированное кожу лягушки, в которой отсутствуют синаптические приборы, а при использовании дождевых червей и сетчатки лягушки эффект имел место (в этих случаях наличие синапсов не подлежит сомнению), мы предположили, что, вероятно, радиация оказывает свое действие через синаптические приборы нервной системы.

В радиобиологической литературе за последние годы имеются сведения о ранних морфологических и функциональных нарушениях в синаптических образованиях центральной и периферической нервной системы ^(2, 15, 16 и др.), что также свидетельствует о реальности нашего предположения.

ризирующем механизме действия радиации свидетельствует и тот факт, что в некоторых наших экспериментах, когда облучение червей производилось на фоне сильных сокращений, в результате действия ионизирующей радиации возникало как бы затормаживание их двигательной активности.



Фиг. 4. Некоторые закономерности изменения амплитуды γ -волны ЭРГ. А — кривая зависимости γ -волны γ -лучевой ЭРГ от мощности дозы ионизирующей радиации; Б — кривая зависимости амплитуды γ -волны γ -лучевой ЭРГ от времени темновой адаптации.

Что касается сетчатки глаза лягушки, то, ввиду того, что это сложное синаптическое образование одновременно содержит высокочувствительный фотореагент, последний, по-видимому, также включается в цепь процессов, возникающих в результате облучения. Как показали наши исследования, фотохимические процессы приобретают преобладающее значение в механизме действия радиации на зрительный анализатор высоккодифференцированных организмов.

В заключение, выражаю глубокую благодарность моему научному руководителю действительному члену АМН СССР А. В. Лебединскому, а также Г. Г. Демирчоглян за ценные советы и помощь в работе.

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

Ռ. Ս. ՊՈՂՈՍՅԱՆ

Ներգալիկն համակարգության վրա խոնրագցնող ճառագայթման ազդեցության մեխանիզմի հարցի շուրջը

Ներկա աշխատանքի նպատակն է ուսումնասիրել մի քանի լուսազգա-համակարգությունների (առաջնային ֆոտոզգայնություն ունեցող գորտի մեկուսացված մաշկի, անձրևաորդի պրիմիտիվ ֆոտոռեցեպտորների և բարձր կազմակերպվածության տեսողական սխեմաներ՝ գորտի աչքի ցանցաթաղանթի) ռադիոզգայնությունը և բացահայտել ներվային հյուսվածքի վրա ռադիոճառագայթման ազդեցության ֆիզիոլոգիական մեխանիզմը:

Ցույց է տրված, որ իոնիզացնող ճառագայթումը չի փոխում գորտի մաշկի լուսաթափանցման գործակիցը, այսինքն չի ազդում մեկուսացված պրեպարատում մեկանոֆոր ֆունկցիայի վրա, մինչդեռ գրականությունից հայտնի է, որ ամբողջական օրգանիզմում ճառագայթման ազդեցության տակ տեղի են ունենում պիգմենտային ռեակցիաների որոշակի փոփոխություններ:

Անձրևաորդերի մոտ ճառագայթումը առաջացնում է շարժման ակտիվության փոփոխություն, որը կախված է ճառագայթման ինտենսիվությունից և զոմարային դոզայից:

Գորտի աչքի ցանցաթաղանթի դրդումը CO^{69} զամմա ճառագայթներով առաջացնում է էլեկտրական ռեակցիա, որը շատ նման է լուսային էլեկտրոռետինոգրամային:

Ծնթադրվում է, որ ճառագայթումն ազդում է գորտի մեկանոֆոր ռեակցիայի և անձրևաորդի շարժման ակտիվության վրա ներվային համակարգության միջոցով, նրա սինապտիկ սարքերի դեպոլարիզացմամբ: Ինչ վերաբերվում է գորտի աչքի ցանցաթաղանթին, հայտնի է, որ այդ բարդ սինապտիկ գոյացությունը միաժամանակ պարունակում է բարձր զգայունություն ունեցող ֆոտոբեզենտ, որը ըստ երևույթին ներգրավվում է ճառագայթման հետևանքով առաջացված պրոցեսների շղթայի մեջ: Հետևաբար, ինչպես ցույց տվեցին մեր հետազոտությունները, ֆոտոթրմիական պրոցեսները ձեռք են բերում գերակշռող նշանակություն բարձր դիֆերենցված օրգանիզմների տեսողության անալիզատորի վրա ճառագայթման ազդեցության մեխանիզմում:

ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

- ¹ В. Блюм и Л. О. Джакобсен, Blood, т. 3, № 5, 586, 1948. ² А. В. Лебединский и З. Н. Нахильницкая, Влияние ионизирующих излучений на нервную систему, Атомиздат, 1960. ³ М. Н. Ливанов и Д. А. Бирюков, Труды 2-ой Междунар. конф. по мирн. исполъз. атомн. энергии, Женева, 1958, Москва, т. 5, стр. 74, 1959. ⁴ Н. Н. Лившиц, Физиолог. ж. СССР, т. 21, вып. I, стр. 129—136, 1936. ⁵ Х. Л. Борисон и С. Ванг, цитир. по Э. А. Берингу и др., Amer. J. Roentgenol. 74, 4, 686—697, 1955. ⁶ Lebland a Segal, цитир. по А. Ярославцевой, Автореф. дисс. канд. мед. наук, Л., 1961. ⁷ П. Д. Горизонтов, в кн.: Патологическая физиология острой лучевой болезни, стр. 5—49, Медгиз, 1958. ⁸ А. Цетнер, Z. Biol., 108, 3, 210—216, 1956. ⁹ Р. И. Погосян, Бюлл. exper. биол. и мед. (в печати). ¹⁰ Р. И. Погосян, „Радиобиология“, т. 1, вып. 3, стр. 361, 1961. ¹¹ Р. И. Погосян, Н. М. Трунова и Б. Н. Цыпин, В материалах совещ. по вопр. действ. малых доз ионизир. радиации на физиолог. функции. Изд. АН СССР, стр. 109, М., 1961. ¹² М. Аштон, „Progress in Radiobiology“, Proc. 4th Intern. conf. on Radiology (Cambridge, 1955), 419—426, 1956. ¹³ А. В. Лебединский и В. В. Яковлев, Сб. рефер. по радиац. медиц. за 1958 г., стр. 20—22, М. 1959. ¹⁴ А. В. Лебединский и Л. Т. Загоруйко, Физиолог. ж. СССР, т. 16, № 3, 472—479, 1933. ¹⁵ А. Д. Зурабашвили и Б. Р. Нанейшвили, Материалы по патоархитектонике лучевого поражения, Тбилиси, 1956. ¹⁶ И. Д. Лев, Бюлл. exper. биол. и мед., 12, 94—98, 1960. ¹⁷ Л. Липец, Rad. Res., 2, № 4, 306—329, 1955.

