ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ

XVI, № 1
1953

Խմբագրական կոլեգիա

Գ. Ս. ԴԱՎԹՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ, Ա. Լ. ԹԱԽՏԱՋՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ, Մ. Մ. ԼԵԲԵԴԵՎ (պատ. քարտուղար), Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ (պատ. խմբագիր), Ա. Լ. ՄՆՋՈՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ, Մ. Գ. ՆԵՐՍԻՍՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ:

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРЦУМЯН, действ. чл. АН Арм. ССР (отв. редактор), Г. С. ДАВТЯН, действ. чл. АН Арм. ССР, М. М. ЛЕБЕДЕВ (отв. секретарь), А. Л. МНДЖОЯН, чл.-корресп. АН Арм. ССР, А. Г. НАЗАРОВ, чл.-корресп. АН Арм. ССР, М. Г. НЕРСИСЯН, действ. чл АН Арм. ССР, А. Л. ТАХТАДЖЯН, чл.-корресп. АН Арм. ССР.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆ ЕРЕВАН

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Մաթեմատիկա էջ

Ա. Լ. Շահինյան, *ՀՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ—Միջին կշռյալ մոտավորությունների հարցի շուրջը կոմպլեքս տիրույթում* 3

Ֆիզիկա

Գ. Մ. Ղարիբյան և Ի. Ի. Գոլդմանն—*Փոքր էներգիա ունեցող էլեկտրոնների և պոզիտրոնների ռադիացիոն բախումը.* 9

Աստրոֆիզիկա

Հ. Ս. Բաղալյան—*Հեռավոր երկարապարբերական ցեֆեիդների միջոցով լույսի կլանման որոշելը Կասիոպեյի տիրույթում* 13

Օրգանական քիմիա

Գ. Մ. Մկրյան և Ն. Հ. Փափազյան—*Պղնձի մոնոքլորիդի և ամոնիումի քլորիդի ջրային լուծույթների օգնությամբ դիացետիլենային միացությունների ստացման ռեակցիայի մեխանիզմի մասին* 17

Ֆիզիոլոգիա

Լ. Ս. Ղամբարյան և Ս. Ս. Հովհաննիսյան—*Մարդու պայմանական ռեֆլեկտոր գործունեության փոխարկման սկզբունքը.* 27

СОДЕРЖАНИЕ

Математика Стр.

А. Л. Шагинян, действительный член АН Армянской ССР — К вопросу о весовом приближении средними квадратичными в области комплексного аргумента 3

Физика

Г. М. Гарибян и *И. И. Гольдман*—Радиационное столкновение электронов и позитронов малых энергий 9

Астрофизика

Г. С. Бадалян—Определение поглощения света в области Кассиопеи посредством наблюдения отдаленных долгопериодических цефеид . . 13

Органическая химия

Г. И. Мкрян и *Н. А. Папазян*—О механизме реакции получения диацетиленовых соединений при помощи водных растворов полухлористой меди и хлористого аммония 17

Физиология

Л. С. Гамбарян и *С. С. Оганесян*—Принцип переключения в условнорефлекторной деятельности человека 27

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XVI 1953 1

МАТЕМАТИКА

А. Л. Шагинян, действ. чл. АН Армянской ССР

К вопросу о весовом приближении средними квадратичными в области комплексного аргумента

(Представлено 15 XI 1952)

§ 1. Пусть D ограниченная односвязная область на плоскости комплексного аргумента z. $g(z)$ произвольная неотрицательная функция в D и

$$\iint\limits_D g(z)\,d\sigma < \infty.$$

Обозначим через D_2 класс функций $f(z)$ регулярных в D и удовлетворяющих условию

$$\iint\limits_D g(z)\,|f(z)|^2\,d\sigma < \infty.$$

Ставится задача о возможности аппроксимации

$$\inf \iint\limits_D g(z)\,|f(z) - B_n(z)|^2\,d\sigma = 0 \tag{1}$$

в классе полиномов $\{B_n(z)\}$.

Эта задача рассмотрена в случае, когда D есть круг и $g(z)$ квадрат модуля аналитической функции ([1, 2]).

Поставленная задача, даже при таких ограничениях, налагаемых на область и весовую функцию, полностью не решена, получены лишь некоторые достаточные условия ([1]), гарантирующие полноту.

В настоящей заметке мы доказываем, что в случае произвольной области типа Каратеодори* при любом полиномиальном весе имеет место полнота.

Итак пусть $p(z)$ произвольный фиксированный полином.

Теорема. В классе полиномов $\{B_n(z)\}$

$$\inf \iint\limits_D |p(z)|^2 . |f(z) - B_n(z)|^2\,d\sigma = 0, \tag{2}$$

* Область, граница которой является полной границей для дополнительной области содержащей бесконечно удаленную точку.

где

$$\iint\limits_D |p(z)f(z)|^2\, d\sigma < \infty. \tag{3}$$

Нам удобно будет заменить (2) и (3) равенствами

$$\inf \iint\limits_D |\varphi(z) - p(z)B_n(z)|^2\, d\sigma = 0 \tag{4}$$

$$\iint\limits_D |\varphi(z)|^2\, d\sigma < \infty. \tag{5}$$

Ортогонализуем* семейство функций $\{z^n p(z)\}$ по внутренней площади D. Получаем совокупность полиномов $\{p(z)P_n(z)\}$. $P_n(z)$ имеет степень n и определяется единственным образом, если имеет положительный старший коэффициент и удовлетворяет условиям ортогональности

$$\iint\limits_D |p(z)|^2 P_n(z)\overline{P_m(z)}\, d\sigma = \begin{cases} 0, & m \neq n \\ 1, & m = n. \end{cases}$$

Составим „ряд Фурье" для функции $\varphi(z)$

$$\varphi(z) \sim \sum_{n=0}^{\infty} C_n\, p(z)P_n(z),$$

где

$$C_n = \iint\limits_D \varphi(z)\overline{p(z)}\,\overline{P_n(z)}\, d\sigma.$$

Ряд $\sum\limits_{n=0}^{\infty} C_n\, p(z)P_n(z)$ сходится равномерно в любой замкнутой подобласти области D.

Если обозначить $\psi(z) = \sum\limits_{n=0}^{\infty} C_k\, p(z)\, P_k(z)$ то $\psi(z)$ регулярна в D и $\iint\limits_D |\psi|^2 d\sigma < \infty$.

Известным способом ([3]) доказывается, что отрезок ряда Фурье

$$S_n(z) = \sum_{k=0}^{n} C_k\, p(z)P_k(z)$$

минимизирует интеграл $\iint\limits_D |\varphi(z) - p(z)\, Q_n(z)|^2 d\sigma$

в классе полиномов $\{Q_n(z)\}$ степени $\leqslant n$. А отсюда следует

$$\iint\limits_D \overline{\psi(z)}\, p(z)z^k\, d\sigma = 0 \tag{6}$$

$$k = 0,\ 1,\ 2\ \ .\ .\ .\ .$$

---

* Определения и элементарные свойства ортогональных по площади функций см. ([3]).

Для выполнения (2) остается доказать, что из условия (6) следует $\psi(z)=0$, т. е.

$$\varphi(z)=\sum_{k=0}^{\infty} C_k\, p(z) P_k(z).$$

Доказательство. Представляет интерес лишь случай, когда корни многочлена $p(z)$ лежат на границе области. В самом деле, если $p(z)$ обращается в нуль внутри D, то равенство (4) не может иметь места для $\varphi(z)$, не обращающейся в нуль в корнях многочлена $p(z)$. А если корни $p(z)$, находящиеся внутри D, являются корнями также для $\varphi(z)$, то, очевидно, при исследовании полноты они никакой роли не играют точно так же, как и корни, лежащие вне области D.

Пусть $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_p$ все корни многочлена, которые без ограничения нашей задачи можем считать расположенными на границе области D.

Каждый из корней считаем выписанным соответственно его кратности, так что в последовательности $\{\alpha_k\}$ допускается равенство некоторых рядом стоящих членов.

Обозначим $$p(z)=\prod_{k=1}^{n}(z-\alpha_k)$$

$$p(z)=(z-\alpha_1)p_1(z).$$

Из (6)

$$\iint_D \overline{\psi}(z) z^{n+1} p_1(z) d\sigma = \alpha_1 \iint_D \overline{\psi}(z) z^n p_1(z) d\sigma,$$

т. е. $$\iint_D \overline{\psi}(z)\cdot z^n p_1(z) d\sigma = \alpha_1^n \iint_D \overline{\psi}\, p_1(z) d\sigma. \tag{7}$$

$$n=0,\ 1,\ 2,\ldots$$

При достаточно больших w отсюда получаем:

$$\iint_D \overline{\psi} p_1(z) \sum_{k=0}^{\infty}\left(\frac{z}{w}\right)^k d\sigma = \iint_D \overline{\psi}\, p_1(z) d\sigma . \sum_{k=0}^{\infty}\left(\frac{\alpha_1}{w}\right)^k$$

т. е.

$$\iint_D \overline{\psi}\, p_1(z) \frac{d\sigma}{w-z} = \frac{1}{w-\alpha}\cdot \iint_D \overline{\psi}\, p_1(z) d\sigma. \tag{8}$$

Введем следующие обозначения:

1) $s(z)$ произвольная регулярная и ограниченная в области D функция;
2) $\{D_n\}$ области, покрывающие D и при $n\to\infty$ сходящиеся к ней как к ядру;
3) $\varphi_n(z)$ функция, отображающая D_n на D так, что $\varphi_n(z_0)=z_0$ и $\varphi'(z_0)>0$.

Известно, что при $n\to\infty$ $\varphi_n(z)\to z$ внутри D и притом равномерно в любой замкнутой подобласти.

Числа $\varphi(\alpha_1)$ при $n \to \infty$ стремятся к границе области D. Мы выберем из $\{D_n\}$ некоторую подпоследовательность областей $\{D'_n\}$, для которых последовательности $\{\varphi_n(\alpha_1)\}$, $\{\varphi_n(\alpha_2)\}, \ldots\ldots \{\varphi_n(\alpha_p)\}$ сходятся соответственно к граничным точкам $\beta_1, \beta_2, \ldots \beta_p$ границы области D.

4) $$\gamma(z) = \left\{ \prod_{k=1}^{p} e^{\frac{\pi i}{2}} \lg \frac{z-\beta_k}{d} \right\}^{-\frac{1}{p^2}} \tag{9}$$

Заметим, что $\dfrac{e^{-\frac{\pi i}{2}}}{\lg \frac{z-\beta_k}{d}}$ имеет не отрицательную мнимую часть в области D, поэтому везде в D

$$\operatorname{Reel} \{\gamma(z)\}^p \geqslant 0. \tag{10}$$

Умножаем теперь обе части равенства (8) на $\psi[\varphi_n(w)] . s[\varphi_n(w)]$ и интегрируем по контуру L_n области D''_n, покрывающей D'_n и лежащей внутри D_n.

Получаем:

$$\iint_D \overline{\psi(z)} p_1(z) \psi[\varphi_n(z)] s[\varphi_n(z)] d\sigma = \iint_D \overline{\psi(z)} p_1(z) d\sigma . \psi[\varphi_n(\alpha_1)] . s[\varphi_n(\alpha_1)]. \tag{11}$$

Точно так же умножая равенство (8) на $\psi[\varphi_n(w)] . s[\varphi_n(w)] . \gamma[\varphi_n(w)]$ и интегрируя по тому же контуру, получим:

$$\iint_D \overline{\psi(z)} \psi[\varphi_n(z)] p_1(z) s[\varphi_n(z)] \gamma[\varphi_n(z)] d\sigma =$$

$$= \iint_D \psi(z) p_1(z) d\sigma . \psi[\varphi_n(\alpha_1)] s[\varphi_n(\alpha_1)] . \gamma[\varphi_n(\alpha_1)]. \tag{12}$$

В равенстве (11) при $n \to \infty$ левая часть имеет предел

$$\iint_D |\psi|^2 p_1(z) s(z) \gamma(z) d\sigma.$$

Поэтому существует также конечный предел $\lim\limits_{n \to \infty} \psi[\varphi_n(\alpha_1)] s_n[\varphi_n(\alpha_1)]$.

А так как $\gamma[\varphi_n(\alpha_1)] \to \gamma(\beta_1) = 0,$

то из (12) получаем:

$$\iint_D |\psi|^2 p_1(z) s(z) \cdot \gamma(z) d\sigma = 0. \tag{13}$$

Пользуясь свободой в выборе функции $s(z)$, мы заменим ее последовательно функциями $1, z, z^2 \ldots$ получим:

$$\iint_D |\psi(z)|^2 . \; p_1(z) . z^n \gamma(z) d\sigma = 0. \tag{14}$$

$$n = 0, 1, 2 \ldots$$

Подставляя в (14) $p_1(z) = (z - \alpha_2) p_2(z)$ получим:

$$\iint\limits_D |\psi(z)|^2 z^{n+1} p_2(z)\gamma(z)\varkappa\sigma = \alpha_2 \iint\limits_D |\psi|^2 p_2(z).\, z^n \gamma(z)\, d\sigma,$$

т. е.

$$\iint\limits_D |\psi|^2 p_2(z) z^n \gamma(z) d\sigma = \alpha_2^n \iint\limits_D |\psi|^2 p_2(z)\, \gamma(z) d\sigma.$$

Отсюда, при w вне D, получим равенство аналогичное (8)

$$\iint\limits_D |\psi|^2 p_2(z)\, \gamma(z) \frac{d\sigma}{w-z} = \frac{1}{w-\alpha_2} \iint\limits_D \bar{\psi} p_2(z)\gamma(z) d\sigma.$$

Умножая обе части этого неравенства на $s\,[\varphi_n(w)]$, а также на $s\,[\varphi_n(w)]\gamma[\varphi_n(w)]$ и перейдя к пределу, когда $n \to \infty$, получим:

$$\iint\limits_D |\psi|^2 .\, p_2(z)\, s\,(z)\gamma^2(z) d\sigma = 0 \tag{16}$$

и т. д. Продолжая таким образом развивать соотношения (13), (16)... мы в конце получим

$$\iint\limits_D |\psi|^2 s\,(z)\, \gamma^p(z) d\sigma = 0.$$

Но т. к. $s\,(z)$ произвольна, то в частности при $s \equiv 1$ получим

$$\iint\limits_D |\psi|^2 \gamma^p(z)\, d\sigma = .\ 0$$

В этом равенстве $\mathrm{Reel}\,\gamma(z) > 0$, поэтому $\psi(z) \equiv 0$.

§ 2. Пусть теперь $Q_p(z)$ произвольный полином, имеющий в точках α_1, α_2,... заведомо данные значения A_1, A_2,...A_p.

Применим к функции $\varphi(z) - Q_p(z)$ предыдущую теорему и построим полиномы $\{p_n(z)\}$ так, чтобы

$$\lim_{n \to \infty} \iint\limits_D |\varphi(z) - Q_p(z) - p(z)\, P_n(z)|^2\, d\sigma = 0.$$

Полиномы $\{Q_p(z) + p(z)P_n(z)\}$, $n = 1, 2,...$ аппроксимируют в среднем функцию $\varphi(z)$ и имеют в данных точках заданные значения.

Таким образом, в качестве следствия из решенной задачи получаем, что в области типа Каратеодори известная теорема о приближении в среднем

$$\lim_{n \to \infty} \iint\limits_D |\varphi(z) - R_n(z)|^2\, d\sigma = 0$$

возможна полиномами, имеющими заданные фиксированные значения в конечном числе точек контура.

Полученный результат имеет место и при аппроксимации в среднем по контуру.

Ա. Լ. ՇԱՀԻՆՅԱՆ

Միջին կշռյալ մոտավորությունների հարցի շուրջը կոմպլեքս տիրույթում

Ըստ մակերեսի կշռյալ միջին մոտավորությունները ուսումնասիրված են միայն այն դեպքում, երբ կշիռը անալիտիկ ֆունկցիայի մոդուլ է [1,2]: *Ստացված են միայն բավարար պայմաններ շրջանային տիրույթի համար, երբ լրիվություն տեղի ունի (տես* [1]): *Ներկա հոդվածում մենք ապացուցում ենք, որ կամայական տիրույթում, որի եզրագիծը համընկնում է անվերջ հեռու կետը պարունակող տիրույթի եզրագծի հետ, կամայական վերցված բազմանդամային կշռի ներկայությամբ տեղի ունի բազմանդամների լրիվություն:*

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. Л. Шагинян*, ДАН, СССР, 15, (1937), 425—428. [2] *М. В. Келдыш*, Математический сборник, 16 (58), 1945, 1—20. [3] *В. Л. Гончаров*, Теория интерполирования и приближения функций. Гостехиздат, М—Л, 1934, 202—219, 245—247.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XVI 1953 1

ФИЗИКА

Г. М. Гарибян и И. И. Гольдман

Радиационное столкновение электронов и позитронов малых энергий

(Представлено А. И. Алиханяном 3 IV 1952)

В работе приводится квантово-механическое рассмотрение радиационного столкновения электронов и позитронов в нерелятивистском приближении.

1. Матричный элемент перехода двух частиц 1 и 2 из начального состояния o в конечное f с испусканием кванта $\vec{k}$ поляризации $\vec{e}$ имеет вид:

$$H'_{of} = -\sqrt{\frac{2\pi}{k}}\frac{h}{mc}\left(e_1\left(\vec{p}_1\vec{e}\right)e^{\frac{i}{hc}\vec{k}\vec{r}_1} + e_2\left(\vec{p}_2\vec{e}\right)e^{\frac{i}{hc}\vec{k}\vec{r}_2}\right)_{of}, \qquad (1)$$

где e_1 и e_2 — заряды, $\vec{p}_1$ и $\vec{p}_2$ — импульсы, измеряемые в энергетических единицах, $\vec{r}_1$ и $\vec{r}_2$ — радиус-векторы положения рассматриваемых частиц*.

2. Для столкновения электрон-позитрон в системе центра инерции будем иметь:

$$H'_{of} = \sqrt{\frac{2\pi}{k}}\cdot\frac{he}{mc}\,2\left(\vec{p}\,\vec{e}\right)_{of}. \qquad (2)$$

Здесь $\vec{p}$ — импульс частицы в системе центра инерции. Если обозначить $t = \vec{p}\,\vec{e}$ и принять во внимание, что

$$(t)_{of} = -\frac{h}{ik}(\dot{t})_{of}, \quad \dot{t} = \frac{i}{h}[H, t], \text{ где } \quad H = \frac{p^2}{m} - \frac{e^2}{r},$$

а $\vec{r}$ есть радиус-вектор относительного расстояния двух частиц, и выбрать ось z за направление вылета кванта, то после суммирования по обеим поляризациям фотона получим:

$$\sum_{x,y}\left|H'_{of}\right|^2 = \frac{8\pi h^4 e^6}{m^2 k^3}\left[\left(\frac{x}{r^3}\right)_{of} + \left(\frac{y}{r^3}\right)_{of}\right]. \qquad (3)$$

* Под h мы понимаем постоянную Планка, деленную на 2π.

Учитывая, что

$$\int e^{\frac{i}{hc}\vec{q}\,\vec{r}}\frac{x_k}{r^3}\left(d\vec{r}\right)=\frac{4\pi i\,hc\,q_k}{q^2}, \tag{4}$$

мы окончательно будем иметь для дифференциального поперечника радиационного столкновения электрона с позитроном следующее выражение:

$$d\Phi=\frac{2\Phi_0}{\pi q^4}\frac{dk}{k}\frac{p}{p_0}\left(p_0^2\sin^2\vartheta_0+p^2\sin^2\vartheta-2pp_0\sin\vartheta\sin\vartheta_0\cos\varphi\right)\cdot$$
$$\cdot\sin\vartheta_0\,d\vartheta_0\sin\vartheta\,d\vartheta\,d\varphi, \tag{5}$$

где $\Phi_0=\frac{r_0^2}{137}$, $\vec{q}=\vec{p}_0-\vec{p}$, а ϑ_0 и ϑ есть углы между направлениями $\vec{k}$ и начального $\vec{p}_0$ и конечного $\vec{p}$ импульсов частицы, и через φ обозначен угол между плоскостями $\left(\vec{p}_0,\vec{k}\right)$ и $\left(\vec{p},\vec{k}\right)$.

3. Для столкновения электрон-электрон в системе центра инерции имеем:

$$H'_{of}=\frac{i\sqrt{2\pi e}}{mc^2\sqrt{k}}\,e_i\,\kappa_k\,T_{ik}, \tag{6}$$

где $$T_{ik}=\left(t_{ik}\right)_{of},\quad \text{а}\quad t_{ik}=p_i\,r_k.$$

Суммирование по обеим поляризациям фотона и усреднение по углам его вылета дает:

$$\overline{\sum_{x,y}\left|H'_{of}\right|^2}=\frac{2\pi e^2}{m^2c^4}\frac{k}{15}\left(3T_{ik}^2-T_{ii}^2\right). \tag{7}$$

Очевидно, что $T_{ik}=-\frac{h^2}{k^2}\left(\ddot{t}_{ik}\right)_{of}$. Для t_{ik} получаем после двух коммутаций с $H=\frac{p^2}{m}+\frac{e^2}{r}$ выражение:

$$\ddot{t}_{ik}=\frac{e^2}{m}\left\{4p_i\frac{x_k}{r^3}+4\frac{x_i}{r^3}p_k-3\frac{x_i\,x_k\,x_e}{r^5}p_e-3p_e\frac{x_i\,x_k\,x_e}{r^5}\right\}. \tag{8}$$

В качестве волновых функций мы должны теперь взять комбинации

$$\frac{1}{\sqrt{2}}\left(e^{-\frac{i}{hc}\vec{p}\,\vec{r}}\pm e^{-\frac{i}{hc}\vec{p}\,\vec{r}}\right)$$

и учесть вес соответствующих состояний.

Кроме того, плотность числа конечных состояний необходимо разделить на два, так как в конечном состоянии имеются две одинаковые частицы.

Поперечник оказывается равным

$$d\Phi = \frac{e^2}{hc}\frac{k^3 p^2 dp\, d\Omega}{30 h^6 c^8 m (2\pi)^3 p_0}\left\{\frac{1}{4}\left(3T_{ik}^{(+)^2} - T_{ii}^{(+)^2}\right) + \frac{3}{4}\left(3T_{ik}^{(-)^2} - T_{ii}^{(-)^2}\right)\right\}, \quad (9)$$

причем

$$T_{ik}^{(\pm)} = S_{ik}\left(\vec{p}_0, \vec{p}\right) \pm S_{ik}\left(\vec{p}_0, -\vec{p}\right), \quad (10)$$

где

$$S_{ik}\left(\vec{p}_0, \vec{p}\right) = \int e^{-\frac{i}{hc}\vec{p}\vec{r}}\, t_{ik}\, e^{\frac{i}{hc}\vec{p}_0\vec{r}}\left(d\vec{r}\right) =$$

$$= -\frac{4\pi i h^3 c e^2}{q^2 k^2 m}\left(q'_i q_k + q'_k q_i + \frac{2k}{q^2} q_i q_k - k\delta_{ik}\right); \quad (11)$$

$$\left(\vec{q}' = \vec{p}_0 + \vec{p}\right).$$

Отметим, что при вычислении S_{ik} мы кроме (4) пользовались также вычисленным значением следующего интеграла:

$$\int e^{\frac{i}{hc}\vec{q}\vec{r}}\frac{x_i x_k x_e}{r^5}\left(d\vec{r}\right) = -\frac{8\pi i hc}{3q^4} q_i q_k q_e + \frac{4\pi i hc}{3q^2}\left(q_i \delta_{ke} + \right.$$

$$\left. + q_k \delta_{ei} + q_e \delta_{ik}\right). \quad (12)$$

Ввиду особого вида $3T_{ik}^{(\pm)^2} - T_{ii}^{(\pm)^2}$, можно при вычислении поперечника не принимать во внимание в выражении (11) для S_{ik} члена $k\delta_{ik}$, так как слагаемые, вызванные им, взаимно уничтожаются. Расчет дает:

$$3T_{ik}^{(\pm)^2} - T_{ii}^{(\pm)^2} = \frac{32\pi^2 h^6 c^2 e^4}{k^4 m^2}\left\{3\left(\frac{q'^2}{q^2} + \frac{q^2}{q'^2}\right) + 13 m^2 c^4 k^2\left(\frac{1}{q^4} + \frac{1}{q'^4}\right) \pm\right.$$

$$\left. \pm\left(6 + 4\frac{m^2 c^4 k^2}{q^2 q'^2} + 12\frac{m^4 c^8 k^4}{q^4 q'^4}\right)\right\}. \quad (13)$$

Окончательно получаем:

$$d\Phi = \frac{16}{15}\Phi_0\frac{p^2 dp \sin\Phi d\Phi}{p_0\left(p_0^2 - p^2\right)}\left\{\left(4\left(p_0^2 - p^2\right) + 3p^2 p_0^2 \sin^2\Phi\right)\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\left(\frac{1}{q^4} + \frac{1}{q'^4} - \frac{1}{q^2 q'^2}\right) + \frac{6p^2 p_0^2\left(p_0^2 - p^2\right)^2 \sin^2\Phi}{q^4 q'^4}\right\}, \quad (14)$$

где Φ — угол между векторами $\vec{p}_0$ и $\vec{p}$.

Отметим, что формулы (5) и (14) совпадают с соответсвующими формулами, полученными в ([1]).

Физический институт
АН Армянской ССР

Գ. Մ. ՂԱՐԻԲՅԱՆ ԵՎ Ի. Ի. ԳՈԼԴՄԱՆ

Փոքր էներգիա ունեցող էլեկտրոնների եվ պոզիտրոնների ռադիացիոն բախումը

Ներկա աշխատանքում կատարված է էլեկտրոնների և պոզիտրոնների ռադիացիոն բախման կվանտա-մեխանիկական դիտարկումը ոչ ռելյատիվիստական մոտավորությամբ, հաշվի առնելով փոխարկումը։

Էլեկտրոն-պոզիտրոն բախման դեպքում փոխարկումը դեր չի խաղում և մենք ստանում ենք դիպոլային ճառագայթման ֆորմուլան։

Էլեկտրոն-էլեկտրոն բախման դեպքում փոխարկումը էական դեր է խաղում և ստացվում է կվատրուբոլ ճառագայթման ֆորմուլան։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1 *Г. М. Гарибян*. ЖЭТФ (в печати).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XVI 1953 1

АСТРОФИЗИКА

Г. С. Бадалян

Определение поглощения света в области Кассиопеи посредством наблюдения отдаленных долгопериодических цефеид

(Представлено В. А. Амбарцумяном 21 XI 1952)

С целью определения избирательного и общего поглощения света в разных направлениях галактического экватора в 1950 г. были произведены двухцветные фотографические наблюдения долгопериодических слабых цефеид. Наблюдения были произведены на шестидюймовом астрографе, фокусное расстояние которого равно 1000 *мм*. В процессе наблюдений выяснилось, что при экспозиции 20 минут доступны измерениям звезды до 15-й величины.

При наблюдениях без светофильтров использовались фотопластинки „Eastman 103a—O", а при наблюдениях с желтым светофильтром— „Eastman 103a—E".

В данной работе даются результаты, полученные из наблюдений 21-й долгопериодической цефеиды в области Кассиопеи.

Описание методики наблюдений и их обработка подробно изложены в предыдущих работах автора ([1,2]).

Полученные результаты приведены в таблице 1. В последовательных столбцах этой таблицы даны: галактические координаты цефеид, медианные фотографические звездные величины, наблюденные показатели цвета, избирательное поглощение света, общее поглощение света на килопарсек и истинное расстояние в парсеках.

Фотографические и фотовизуальные звездные величины, определенные из наблюдений для разных фаз, приведены к медианным звездным величинам путем использования стандартных кривых цефеид ([3]).

Нормальные показатели цвета вышеупомянутых цефеид определены из зависимости:

$$ПЦ_0 = a + b \log P, \qquad (1)$$

где величины a и b взяты из наших предыдущих работ ([1,2]).

После определения избирательного поглощения в направлении каждой цефеиды для получения общего поглощения света был использован переходный коэффициент, полученный О. А. Мельниковым ([4]), равный для фотографических лучей 4,6 и для фотовизуальных лучей 3,6.

Поглощение света определено для фотографических и фотовизуальных лучей.

Фотографические и фотовизуальные абсолютные звездные величины цефеид определены согласно соотношению Б. В. Кукаркина ([5]).

Истинное расстояние каждой цефеиды определено по формуле

$$\log r = 0.2(m - M - A) + 1. \qquad (2)$$

Из полученных данных видно, что поглощение света по направлению каждой цефеиды на один килопарсек в области Кассиопеи меняется в пределах от нуля до шести величин.

Из наблюдений слабых долгопериодических цефеид в области Кассиопеи, приведенных в настоящей статье, получается, что средний коэффициент общего поглошения в фотографических лучах на один килопарсек равен $2^m.00$, в фотовизуальных лучах $1^m.57$.

Как известно, область Кассиопеи богата долгопериодическими цефеидами: в настоящее время по данным „Общего каталога переменных звезд" их известно 46. Для 36 из них нами выполнены двухцветные фотографические измерения блеска (15 исследованы в предыдущих работах ([1, 2]).

Таблица 1

№№	Цефеиды	b	l	mpg	ПЦ	ИЦ	a	r
1	AP Cas	$+1^\circ.4$	$88^\circ.6$	$12^m.48$	$1^m.08$	$0^m.49$	$0^m.76$	2980
2	AS Cas	+1.8	87.8	12.69	0.59	0.34	0.58	2690
3	AW Cas	—0.7	93.6	13.31	1.19	0.71	1.40	2320
4	AY Cas	+3.1	95.6	12.15	1.01	1.62	1.96	1450
5	BD Cas	—0.8	85.7	12.48	1.27	0.82	3.14	1200
6	BF Cas	—1.3	86.2	13.45	1.28	0.84	2.15	1790
7	BI Cas	+0.1	89.7	13.25	1.27	0.86	2.67	1480
8	BP Cas	+3.2	93.0	12.55	1.20	0.64	1.35	2180
9	BV Cas	+0.2	95.1	13.45	1.00	0.47	0.48	4470
10	CD Cas	+1.2	83.2	12.14	1.70	1.09	5.68	730
11	CH Cas	+1.7	80.6	12.92	1.91	1.15	4.34	1220
12	CS Cas	—10.3	81.3	13.42	1.27	0.52	0.41	5780
13	CT Cas	+0.8	87.1	13.92	1.36	0.90	2.12	1990
14	CY Cas	+2.7	81.5	12.95	1.54	0.79	1.39	2610
15	CZ Cas	+0.8	82.4	12.73	1.16	0.62	1.20	2370
16	DT Cas	—2.0	80.9	13.98	0.99	0.48	0.41	5370
17	DW Cas	—2.1	81.5	13.20	1.40	0.88	2.74	1620
18	FW Cas	—0.3	88.9	13.51	0.84	0.28	0.18	7180
19	GL Cas	—1.5	100.7	13.45	1.57	1.11	4.77	1060
20	GM Cas	—1.3	101.7	13.79	0.57	0.01	0.00	14300
21	IO Cas	—2.2	97.7	13.85	1.61	1.07	3.22	1530

Из рис. 1, на котором по данным таблицы 1 по осям координат отложены галактические долготы и широты, в области Кассиопеи долгопериодические цефеиды образуют в проекции некоторое сгущение. Однако, по полученным данным, их истинные расстояния заключены в пределах от 0.7 до 14.3 килопарсек.

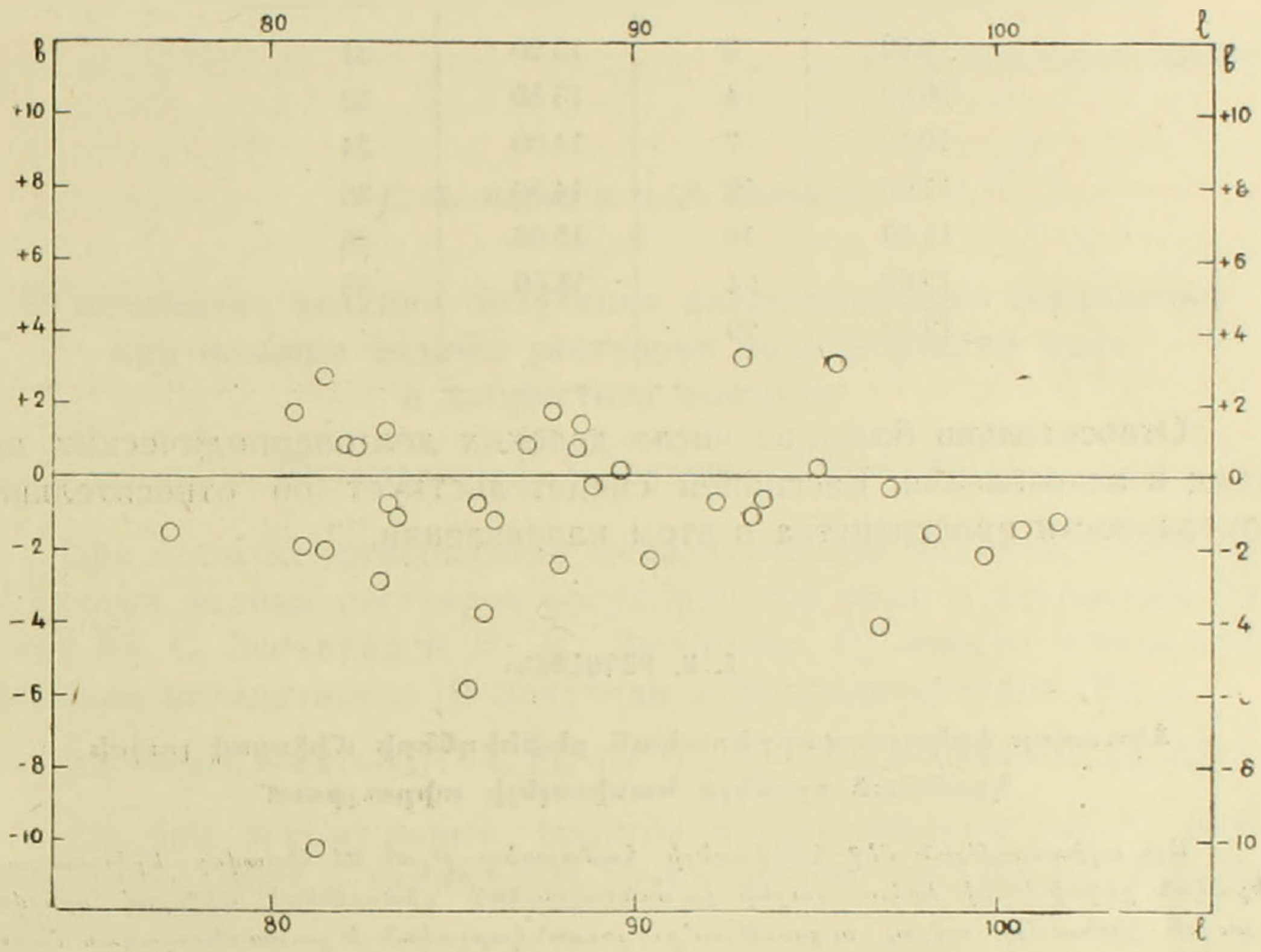


Рис. 1.

Следовательно, известные в этой области цефеиды не образуют пространственного сгущения.

Отсутствие в области Кассиопеи пространственного сгущения долгопериодических цефеид видно из таблиц 2 и 3, где таблица 2 дает зависимость между модулем расстояния, исправленным на поглощение, и числом цефеид данной величины.

Таблица 2

$m_0 - A$	A (m)	$m_0 - A$	A (m)
9.50	3	13.00	2
10.00	1	13.50	1
10.50	3	14.00	2
11.00	6	14.50	1
11.50	6	15.00	—
12.00	5	15.50	1
12.50	5		

Таблица 3 дает зависимость между модулем расстояния и числом цефеид до данной величины.

Таблица 3

$m_0 - A$	N (m)	$m_0 - A$	N (m)
9.50	3	13.00	31
10.00	4	13.50	32
10.50	7	14.00	34
11.00	13	14.50	35
11.50	19	15.00	35
12.00	24	15.50	36
12.50	29		

Относительно большое число далеких долгопериодических цефеид в направлении Кассиопеи свидетельствует об относительной прозрачности пространства в этом направлении.

Հ. Ս. ԲԱԴԱԼՅԱՆ

Հեռավոր երկարապարբերական ցեֆեիդների միջոցով լույսի կլանման որոշելը Կասիոպեյի տիրույթում

Այս աշխատության մեջ Կասիոպեյի համաստեղության 21 հեռավոր երկարապարբերական ցեֆեիդների երկու գույնի լուսանկարչական դիտումների միջոցով որոշված է լույսի կլանումը տվյալ ուղղությամբ, լուսանկարչական և լուսատեսողական ճառագայթներում։

Ստացված արդյունքները ցույց են տալիս, որ լույսի ընդհանուր կլանման միջին գործակիցը, մեկ կիլոպարսեկ հեռավորության դեպքում, լուսանկարչական ճառագայթներում հավասար է $2^m.00$, իսկ լուսատեսողական ճառագայթներում՝ $1^m.57$։ Տվյալ աշխատությունում 21 և մեր նախորդ աշխատություններում 15 երկարապարբերական ցեֆեիդների լուսանկարչական դիտումների հետազոտման հիման վրա ստացված արդյունքներից ակնհայտ երևում է, որ Կասիոպեյի տիրույթի ուղղությամբ ցեֆեիդները դրեթե տարածական խտացում չեն ներկայացնում, սակայն Արեգակից բավականաչափ մեծ հեռավորությունների վրա գտնվելու հետևանքով պրոեկցիայում ստացվում է օպտիկական որոշ խտացում։

Կասիոպեյի տիրույթի ուղղությամբ, մեծ թվով, հեռավոր երկարապարբերական ցեֆեիդներ երևալը վկայում է այն մասին, որ տվյալ ուղղությամբ ըստ երևույթին, կլանող տարածությունը համեմատաբար թափանցիկ է։

Բացի այդ, ստացված արդյունքներից կարելի է կռահել, որ իրոք լույսի կլանման էֆեկտը հիմնականում պայմանավորված է առանձին կլանող մութ ամպերի առկայությամբ։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Г. С. Бадалян*, Сообщения Бюраканской обсерватории, вып. III, 1948. [2] *Г. С. Бадалян*, Сообщения Бюраканской обсерватории, вып. VIII, 1951. [3] *Б. В. Кукаркин* и *П. Г. Куликовский*, П. З. 8, 73, 1951, [4] *О. А. Мельников*, Труды ГАО, XIV, 1950. [5] *Б. В. Кукаркин*, Исследование строения и развития звездных систем, М—Л, 1949.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XVI 1953 1

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. М. Мкряи и Н. А. Папазян

О механизме реакции получения диацетиленовых соединений при помощи водных растворов полухлористой меди и хлористого аммония

(Представлено Г. Х. Бунятяном 10 VII 1952)

При попытке димеризации фенилацетилена под действием слабо кислых водных растворов полухлористой меди и хлористого аммония Ю. С. Залькинд и Б. М. Фундылер [1] вместо ожидаемого дифенилвинилацетилена (I) получили дифенилдиацетилен (II):

$$C_6H_5-C\equiv C-CH=CH-C_6H_5 \text{ (I)} \quad C_6H_5-C\equiv C-C\equiv C-C_6H_5 \text{ (II)}$$

Так был открыт новый, простой каталитический способ получения интересных с химической точки зрения соединений диацетиленового ряда.

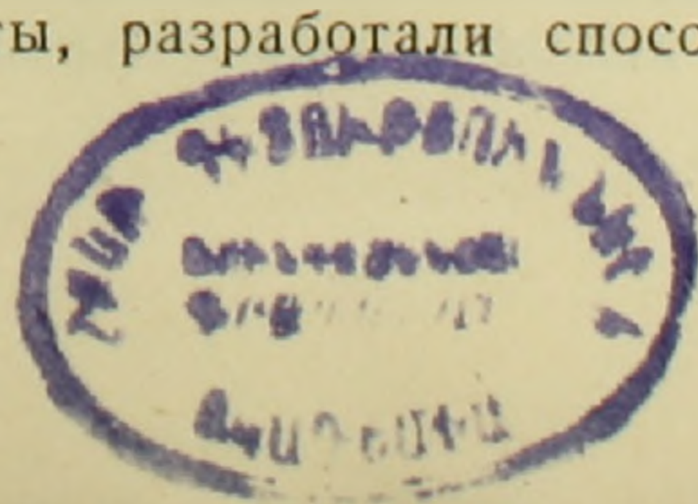
Авторы предположили, что здесь имеет место следующая реакция.

$$2\ C_6H_5-C\equiv CH \xrightarrow{\text{катализатор}} C_6H_5-C\equiv C-C\equiv C-C_6H_5+2H$$

Однако так как во время опытов выделения водорода не наблюдалось, авторы высказали мнение о том, что выделяющийся при реакции водород полностью расходуется на гидрирование части исходного и получаемого продуктов с образованием смол. Реакция проводилась при наличии большого избытка катализатора—полухлористой меди (5 молей CuCl на 1 моль фенилацетилена) и в условиях температуры кипения смеси, в атмосфере углекислоты. Катализатор подкислялся соляной кислотой, причем во избежание образования хлорстирола процентное содержание ее не превышало 0,2%.

Работая таким образом, авторы получили дифенилдиацетилен с выходом 51,4%, считая на прореагировавшее количество фенилацетилена; наряду с ним образовалось 18,3% смол. Реакция останавливалась несмотря на то, что больше половины (60%) фенилацетилена оставалось без изменения.

В дальнейшем Ю. С. Залькинд и М. А. Айзикович [2], исходя из результатов этой работы, разработали способ получения диаце-



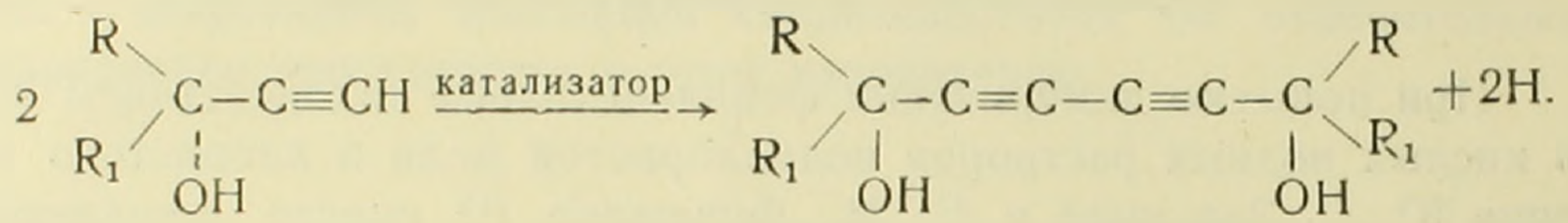
тиленовых гликолей, причем в отличие от получения дифенилдиацетилена здесь диацетиленовые гликоли получались гладко, в весьма чистом состоянии и почти с количественными выходами.

Диацетиленовые гликоли получались в условиях несколько отличных от условий получения дифенилдиацетилена.

Авторы установили, что реакция идет глаже и лучше при обыкновенной температуре и механическом перемешивании при доступе воздуха, а еще лучше при пропускании кислорода в реакционную смесь.

В работе отмечается также, что подкисление катализатора является излишним и достаточно брать весьма небольшие количества катализатора (опыты велись с небольшим количеством ацетиленового спирта и равным по весу количеством полухлористой меди).

Реакция образования диацетиленовых гликолей представляется аналогичной схеме образования дифенилдиацетилена, т. е.



Ввиду того, что и здесь (как и при получении дифенилдиацетилена) не наблюдалось выделения свободного водорода и так как в данном случае не было и смолообразования, чем авторы могли бы объяснить отсутствие свободного водорода, Ю. С. Залькинд и М. А. Айзикович, пытаясь разрешить это противоречие, предполагают, что акцептором водорода является здесь кислород воздуха, доступ которого в опытах при получении диацетиленовых гликолей не был предотвращен.

Несмотря на то, что диацетиленовые гликоли, согласно данным авторов, получаются несравненно лучше только при введении кислорода в реакционную смесь (необходимо отметить, что в отсутствии кислорода реакция в опытах Ю. С. Залькинда и М. А. Айзикович практически не идет, и диацетиленовые гликоли получаются в ничтожных количествах), кислород в данной реакции остается для авторов в роли акцептора выделяемого по их предположению водорода.

Таким образом, Ю. С. Залькинд с сотрудниками, предлагая новую реакцию превращения однозамещенных ацетиленовых производных (углеводородов и спиртов) в соединения диацетиленового ряда (диацетиленовые углеводороды и гликоли) в присутствии водных растворов полухлористой меди и хлористого аммония, предполагают, что образование диацетиленового производного связано с выделением (вытеснением катализатором) подвижного ацетиленового водорода из однозамещенного производного, который в присутствии кислорода полностью связывается последним, а в отсутствии его расходуется на гидрирование исходного и образующегося продуктов.

Приведенные в работах ([1,2]) косвенные доказательства возможности полного связывания кислородом предположительно выделяемого водорода или расходования водорода на гидрирование продуктов реакции мало убедительны и противоречат наблюдениям самых авторов ([2]), установивших полное отсутствие свободного водорода и качественный характер реакции при проведении ее в отсутствии кислорода.

При применении предложенного Ю. С. Залькиндом и сотрудниками способа получения соединений диацетиленового ряда к получению диметилдиацетилена мы натолкнулись на ряд фактов, объясняющих действительный механизм этой интересной и ценной реакции.

Учитывая то обстоятельство, что наше исходное вещество—метилацетилен—газообразно, мы работали с катализатором, соотношения компонентов которого создавали возможность поглощения метилацетилена в сравнительно больших количествах. С этой точки зрения удобным оказалось применение слабокислого водного раствора полухлористой меди и хлористого аммония, предложенного Клебанским и сотрудниками ([3]) для димеризации ацетилена в винилацетилен.

В дальнейшем, по причинам указанным ниже, мы работали с катализатором без прибавления соляной кислоты.

Наши опыты получения диметилдиацетилена показали, что при действии метилацетилена на полностью восстановленный (действием порошкообразной меди или метилацетилена) катализатор в отсутствии кислорода диметилдиацетилен совершенно не образуется; такие растворы катализатора поглощают сравнительно большое количество метилацетилена с образованием комплексного соединения, которое при нагревании выше 40° полностью разлагается, выделяя в неизменном виде поглощенное количество метилацетилена.

В присутствии же воздуха или при работе с заранее окисленным на воздухе катализатором, последний превращает метилацетилен в диметилдиацетилен. Таким образом, становится ясной роль кислорода как необходимого реагента данной реакции.

Так как наши опыты показали, что проведение реакции при одновременном воздействии кислорода и метилацетилена приводит, вследствие присутствия свободного кислорода, к окислению образовавшегося диметилдиацетилена, особенно когда реакция ведется при нагревании, мы осуществили получение диметилдиацетилена при действии заранее частично окисленного катализатора в отсутствии свободного кислорода.

В этом и состояло отличие условий проведения реакции от условий, принятых авторами вышеуказанных работ ([1,2]). В результате этого нам удалось диметилдиацетилен получить с хорошими выходами и в чистом виде. Это вместе с тем привело нас к заключению, что реакция превращения ацетиленовых соединений в присут-

ствии водных растворов полухлористой меди и хлористого аммония в диацетиленовые производные протекает вследствие окисления части катализатора.

Так как наши наблюдения противоречили представлениям Залькинда и сотрудников о роли кислорода в данном процессе и поскольку как авторами, так и нами выделение свободного водорода обнаружено не было, нам оставалось отказаться от предложенной Залькиндом и сотрудниками схемы.

С другой стороны, установленные нами в ходе исследования факты позволили истолковать механизм этой реакции совершенно иначе.

По нашему мнению при одновременном действии кислорода и однозамещенного ацетиленового производного на катализатор, представляющий водный раствор полухлористой меди и хлористого аммония, происходит одновременно следующий ряд реакций:

При действии кислорода на катализатор наличное количество полухлористой меди частично превращается в хлорную медь согласно реакции

$$2CuCl + 2HCl + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow 2CuCl_2 + H_2O, \qquad (а)$$

вследствие чего происходит падение кислотности катализатора.

При действии ацетиленового соединения происходит обратный процесс—восстановление кислотности катализатора

$$2R-C\equiv CH + 2CuCl \rightarrow 2R-C\equiv CH\cdot CuCl \qquad (б)$$

$$2R-C\equiv CH\cdot CuCl \rightarrow 2R-C\equiv CCu + 2HCl \qquad (в)$$

и восстановление хлорной меди с образованием диацетиленового соединения:

$$2\ R-C\equiv CCu + 2CuCl_2 \rightarrow R-C\equiv C-C\equiv C-R + 4CuCl. \qquad (г)$$

Суммируя вышеуказанные реакции получим:

$$а)\ 2CuCl + 2HCl + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CuCl_2 + H_2O$$

$$б)\ 2R-C\equiv CH + 2CuCl \rightarrow 2R-C\equiv CH\cdot CuCl$$

$$в)\ 2R-C\equiv CH\cdot CuCl \rightarrow 2R-C\equiv CCu + 2HCl$$

$$г)\ 2R-C\equiv CCu + 2CuCl_2 \rightarrow R-C\equiv C-C\equiv C-R + 4CuCl$$

$$д)\ 2R-C\equiv CH + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow R-C\equiv C-C\equiv C-R + H_2O.$$

В конечном итоге, при одновременном действии кислорода (окисление) и однозамещенного ацетиленового производного (восстановление), катализатор остается без изменения, расходуются же согласно уравнению (д) кислород и однозамещенное ацетиленовое производное.

Для доказательства предложенного механизма реакции приведем установленные в ходе исследования факты, а также данные других авторов, исследовавших отдельные реакции, приведенные нами выше, как отдельные стадии суммарного процесса.

Проведение реакции ступенчато, т. е. действием на катализатор сначала кислородом, а затем однозамещенным ацетиленом (в нашем случае метилацетиленом) наглядно показывает сущность протекающего процесса.

Так, заранее окисленный катализатор (слабо кислый или без прибавки соляной кислоты), кислотность которого благодаря реакции (а) сильно снизилась, представляющий собой малоподвижную смесь растворенных в водном растворе хлористого аммония солей одновалентной и двухвалентной меди ($CuCl$, $CuCl_2$) и выпавших в осадок гидроокисей [$CuOH$, $Cu(OH)_2$], при пропускании метилацетилена постепенно становится подвижным (гидроокиси исчезают) и из темнокоричневого превращается в золотистую прозрачную жидкость. Из этого следует, что при взаимодействии метилацетилена с катализатором происходит восстановление не только двухвалентной меди в одновалентную, но также и восстановление кислотности катализатора.

Опыты показали, что количество метилацетилена, расходуемого для полного восстановления окисленного заранее катализатора, точно соответствует количеству поглощенного катализатором кислорода, т. е. на $\frac{1}{2}$ моля кислорода расходуется 2 моля метилацетилена, что отражает суммарная реакция (д).

Если пропустить метилацетилен в подкисленный неокисленный катализатор, то образуется белое мелкокристаллическое комплексное соединение (реакция (б), которое, как указывалось выше, при нагревании выше 40° разлагается, и метилацетилен получается полностью обратно. С неподкисленным или слабо кислым катализатором метилацетилен образует желтый осадок, который, повидимому, является смесью белого комплекса с метилацетиленидом меди.

Таким образом, образовавшийся по реакции (б) белый комплекс при падении кислотности катализатора разлагается по схеме (в). Это предположение подтверждается исследованиями Маншо с сотрудниками ([4]), показавшими, что некоторые жидкие монозамещенные ацетилены дают при действии сухой полухлористой меди соединения типа $R-C{\equiv}CH \cdot CuCl$, которые при соприкосновении с водным аммиаком и даже с водой отщепляют хлористый водород и превращаются в ацетилениды меди.

Факт образования продуктов присоединения к ацетиленовым производным солей одновалентной меди в их нейтральных и слабо кислых растворах и возможность распада этих соединений на ацетилениды при разбавлении или действии щелочей, а также на исход-

ные компоненты при нагревании, является общепризнанным, и по этому вопросу имеется довольно много исследований ([4,5]).

Что касается схемы (г), то она выражает один из старых методов получения соединений диацетиленового ряда ([6]). Осуществление реакции (г) в водном растворе хлористого аммония показало возможность ее успешного протекания в выбранных нами условиях исследуемой реакции.

С принятым механизмом реакции согласуется и тот факт, что подкисление катализатора соляной кислотой не является необходимым. При проведении процесса непрерывно, т. е. одновременным действием кислорода и метилацетилена на катализатор, слабое подкисление не препятствует реакции, а наличие большого количества кислоты задерживает процесс образования диметилдиацетилена, и при недостаче кислорода для окисления имеющегося излишка соляной кислоты, диметилдиацетилен не получается. Это понятно, т. к. образование, согласно реакции (в), медного производного ацетиленового соединения возможно только при пониженной кислотности катализатора. Предел восстановления кислотности и хлорной меди в полухлористую ограничивается возможностью протекания реакции (в), и в самом деле, при работе с катализатором сравнительно большой кислотности полное восстановление катализатора ($CuCl_2 \rightarrow CuCl$) действием метилацетилена невозможно. В результате окисления образовавшаяся благодаря излишку хлористого водорода хлорная медь остается вне цикла.

При проведении реакции одновременным воздействием однозамещенного ацетиленового соединения и кислорода на катализатор скорость образования диацетиленового производного может обуславливаться скоростью реакции (а) или (г). По нашему мнению скорость последней больше первой. Это предположение подтверждается тем, что при последовательном воздействии кислорода и метилацетилена катализатор окисляется медленнее, чем протекает в тех же условиях его восстановление. Поэтому при наличии ацетиленового соединения, катализатор остается без изменения, а при расходовании ацетиленового соединения или недостаточной подаче его, окисление катализатора наглядно.

Этот факт, по нашему мнению, и ввел в заблуждение Ю. С. Залькинда и М. А. Айзикович, т. к. авторы, работая с жидкими ацетиленовыми спиртами, избыток которых по сравнению с кислородом они всегда имели в реакционной смеси, не могли наблюдать истинной роли катализатора, не говоря уже о работе Ю. С. Залькинда и Б. М. Фундылер с фенилацетиленом, при окислении которого один из реагентов данной реакции—кислород—был искусственно исключен из реакционной смеси. Повидимому, реакция образования дифенилдиацетилена в этом случае происходила настолько, насколько был заранее окислен катализатор, а катализатор, как уже указывалось выше, брался в большем количестве.

Следует указать, что Ю. С. Залькинд и Б. М. Фундылер в своей другой работе ([7]) по получению замещенных дифенилдиацетиленов достигли значительно лучших выходов благадаря тому, что и в этом случае, как и при получении диацетиленовых гликолей ([2]), ими был применен кислород.

Хотя в нашей работе приводятся результаты экспериментов с метилацетиленом, однако, учитывая и экспериментальный материал приведенных здесь работ Ю. С. Залькинда и сотрудников, мы пришли к выводу, что предложенный нами механизм реакции является общим.

Так, наши рассуждения оправдались при получении 2,7-диметал-октадиин-3,5-диола-2,7 из метилбутинола по Залькинду и Айзикович (реакция велась с разбавленными водными растворами полухлористой меди и хлористого аммония). В настоящее время проводятся работы по проверке наших взглядов на примере фенилацетилена.

Практическим выводом и подтверждением принятого нами механизма реакции может служить разработанный нами, на примере диметилдиацетилена, видоизмененный способ получения диацетиленовых соединений, заключающийся, как уже указывалось выше, во взаимодействии ацетиленового соединения с заранее окисленным катализатором.

Этим способом удалось получить диметилдиацетилен с выходом около 90% теории.

Таким образом, в отличие от предложенного способа Залькинда и Айзикович диацетиленовое производное по нашему способу получается в отсутствии свободного кислорода. Этому факту мы придаем большое значение, так как большинство диацетиленовых соединений, особенно углеводороды, чувствительны к кислороду.

Применение сравнительно концентрированных растворов имеет особое значение только при работе с газообразными ацетиленовыми углеводородами, так как именно эти растворы способны поглощать сравнительно большие количества исходного газообразного углеводорода и создавать необходимые для эффективного протекания реакции концентрации этих веществ. При работе с жидкими однозамещенными ацетиленовыми производными можно пользоваться рецептами катализатора, указанными в работе Ю. С. Залькинда и М. А. Айзикович.

Экспериментальная часть. Получение диметилдиацетилена. В литровую колбу с тубусом помещался катализатор следующего состава: 250 *г* полухлористой меди, 144 *г* хлористого аммония, 250 *г* воды. Содержимое колбы взбалтывалось, при одновременном нагревании на водяной бане (температура бани 70—80°) до практического растворения компонентов. При этом образовывался раствор темно-коричневого цвета с ничтожным количеством серого осадка. Через вставленную в тубус колбы стеклянную трубку через водяной счетчик подавался кислород. Реакционная колба при этом нагревалась

на водяной бане, температура которой поддерживалась в пределах 40—50°. После продувания системы кислородом отводная трубка с помощью зажима закрывалась и продолжалась подача кислорода для поглощения; количество поглощенного кислорода узнавалось по привесу колбы. В течение 10—12 часов поглощалось 10—15 *г* кислорода (поглощение кислорода при обыкновенной температуре идет медленнее). После частичного окисления катализатор загустевает вследствие осаждения серо-зеленого объемистого осадка гидроокисей меди. В тех же условиях в окисленный катализатор подавался метилацетилен. Поглощение шло довольно интенсивно (5—6 *л* в час), причем интенсивность его постепенно усиливалась. В ходе поглощения катализатор становился более подвижным и светлым (происходило появление большого количества серой кристаллической массы). Метилацетилен подавался с расчетом на поглощенное количество кислорода (на 1 моль кислорода 4 моля метилацетилена) или почти до полного восстановления катализатора.

Реакционная смесь оставлялась на ночь. На следующий день колба при помощи коленчатой трубки соединялась с широким холодильником и приемником и нагревалась на масляной бане (температура которой 130—145°) до полной отгонки продуктов реакции. Образовавшийся диметилдиацетилен сублимировался, осаждаясь на стенках холодильника в виде белых кристаллов (т. пл. 64°). Катализатор после прибавления к нему количества воды, равного отогнанному, сохранялся для повторного использования. Выход диметилдиацетилена колеблется около 90% теории.

Результаты одного из опытов следующие: количество поглощенного кислорода—15,2 *г*, метилацетилена—72,8 *г*. После перегонки на масляной бане получено кристаллического диметилдиацетилена 64,2 *г*, что составляет 90,4% теоретического выхода.

Во избежание окисления кислородом воздуха, диметилдиацетилен хранился в метиловом спирте.

Действие метилацетилена на восстановленный, подкисленный катализатор в отсутствии кислорода. Катализатор готовился по рецепту, описанному в работе по получению дивинилацетилена ([8]).

В литровую круглодонную, двухтубусную колбу, снабженную термометром и резиновой трубкой с зажимом, бралось 250 *г* полухлористой меди, 97,5 *г* хлористого аммония, 25 *г* порошкообразной металлической меди, 10 *г* 36,31% (d=1,184) соляной кислоты и 106 *мл* воды. Темнокоричневая реакционная смесь, время от времени взбалтываемая, нагревалась в закрытой колбе на водяной бане в течение 42 часов до превращения катализатора в жидкость светло-золотистого цвета. Катализатор в реакционной колбе взвешивался, и затем через трубку в колбу впускался метилацетилен, пропускаемый предварительно через раствор гидросульфита натрия. При этом наблюдалось разогревание смеси до 30—40°. При открытии зажима в колбе обнаруживался сильный вакуум. По мере поглощения

метилацетилена катализатор загустевал, принимая светложелтую окраску. После поглощения 23 *г* метилацетилена подача его, во избежание закупорки, была прекращена. После стояния в течение нескольких дней, реакционная смесь разгонялась на масляной бане.

Для устранения вакуума в колбу предварительно подавался метилацетилен. Затем и колба через обратный холодильник присоединялась к газгольдеру. При достижении температуры в 40—50° начиналось обильное выделение газа (метилацетилен). Постепенно температура масляной бани повышалась до 135° и при этом катализатор приобретал вид прозрачной жидкости золотистого цвета. Нагревание прекращалось после прекращения выделения газа; почти весь метилацетилен получался обратно. По охлаждении катализатора ниже 40° выделившийся метилацетилен снова поглощался катализатором с образованием светложелтого почти белого комплекса.

Результаты опыта показывают, что в отсутствии кислорода образование диметилдиацетилена не имеет места.

Проверка получения диметилдиацетилена действием хлорной меди на метилацетиленид меди в условиях изучаемой реакции. В круглодонную колбу помещался водный раствор хлористого аммония (29 *г* NH_4Cl в 45 *г* воды), к нему добавлялось 13 *г* высушенного в вакууме ацетиленида меди, а затем 21 *г* дигидрата хлорной меди. Реакционная колба закрывалась и содержимое колбы взбалтывалось в течение 1—2 часов почти до полного восстановления хлорной меди (жидкость становилась коричнево-золотистой). При этом наблюдалось также образование кристаллов диметилдиацетилена. Реакционная смесь в закрытом состоянии оставлялась на ночь, а на следующий день подвергалась разгонке на масляной бане с целью выделения образовавшегося диметилдиацетилена. Полученный диметилдиацетилен сублимировался, осаждаясь на стенках холодильника. Всего выделено 3,9 *г* вещества с т. пл. 64°, что соответствует 79,4% выхода.

Выводы. 1. На примере диметилдиацетилена изучена реакция образования соединений диацетиленового ряда действием кислорода на однозамещенные ацетиленовые производные, в присутствии водных растворов полухлористой меди и хлористого аммония.

2. Критически разобраны взгляды Ю. С. Залькинда и сотрудников на вышеуказанную реакцию образования диацетиленовых соединений и показано их несоответствие истинному механизму исследованной реакции.

3. Предложен новый механизм изученной реакции, согласно которому образование диацетиленового соединения является результатом взаимодействия ацетиленового производного с частично окисленным катализатором, т. е. поочередно идущих реакций окисления катализатора при действии кислорода и восстановления его при действии ацетиленового производного.

4. Разработан способ получения диметилдиацетилена действием метилацетилена на заранее окисленный катализатор, т. е. в отличие от способа предложенного Залькиндом и Айзикович диацетиленовое производное по нашему способу получается в отсутствии свободного кислорода. Так как большинство диацетиленовых соединений, особенно углеводороды, чувствительны к кислороду, данный факт приобретает особое значение.

Химический институт
Академии наук Армянской ССР

Գ. Մ. ՄԿՐՅԱՆ ԵՎ Ն. Հ. ՓԱՓԱԶՅԱՆ

Պղնձի մոնոքլորիդի և ամոնիումի քլորիդի ջրային լուծույթների օգնությամբ դիացետիլենային միացությունների ստացման ռեակցիայի մեխանիզմի մասին

1. Դիմեթիլդիացետիլենի օրինակի վրա ուսումնասիրված է պղնձի մոնոքլորիդի և ամոնիումի քլորիդի ջրային լուծույթների ներկայությամբ մեկ փոխարինված ացետիլենային ածանցյալների վրա թթվածնի ներգործությամբ դիացետիլենային շարքի միացությունների առաջացման ռեակցիան։

2. Քննարկված են Յու. Ս. Զալկինդի և աշխատակիցների հայացքները վերը նշված դիացետիլենային միացությունների ստացման ռեակցիայի վերաբերյալ և ցույց է տրված այդ հայացքների անհամապատասխան լինելը հետազոտվող ռեակցիայի իսկական ընթացքին։ Հիշյալ հեղինակները գտնում են, որ դիացետիլենային միացությունների առաջացումը նշված կատալիզատորի ազդեցությամբ պայմանավորված է ազատ ջրածնի անջատմամբ, որը թթվածնի առկայության դեպքում լրիվ կապվում է վերջինիս հետ, իսկ նրա բացակայության դեպքում ծախսվում է ելանյութի և ստացված պրոդուկտների հիդրման վրա։

3. Ուսումնասիրող ռեակցիայի համար առաջարկված է նոր մեխանիզմ, ըստ որի դիացետիլենային միացության առաջացումը հանդիսանում է հետևանք հաջորդաբար տեղի ունեցող կատալիզատորի օքսիդացման (թթվածնի ազդեցությամբ) և նրա վերականգնման (ացետիլենային միացության ազդեցությամբ)։

4. Մշակված է դիմեթիլդիացետիլենի ստացման եղանակ։ Ի տարբերություն Զալկինդի և աշխատակիցների առաջարկած եղանակի, դիացետիլենային միացությունը մեր եղանակով ստացվում է ազատ թթվածնի բացակայության պայմաններում (մեթիլացետիլենի ներգործությամբ նախօրոք օքսիդացրած կատալիզատորի վրա)։ Այս փաստը հատուկ նշանակություն է ստանում, քանի որ դիացետիլենային միացությունների մեծ մասը, հատկապես ածխաջրածինները, զգայուն են թթվածնի նկատմամբ։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Ю. С. Залькинд, Б. М. Фундылер,* ЖОХ, **6**, 530 (1936); см., также Ber., **69**, 128 (1936). [2] *Ю. С. Залькинд, М. А. Айзикович,* ЖОХ **7**, 227 (1937). [3] *А. Л. Клебанский, Л. Г. Цюрих, И. М. Долгопольский,* Известия АН СССР **7**, 189 (1935). [4] *Маншо, Уайтнерс, Олтродж,* Ann. **387**, 257 (1912). [5] *Бертело,* Ann. Chim. phys. /4/, **9**, 385 (1866); /7/, **23**, 32 (1901); *Шавастелон,* Compt. rend., **126**, 1810 (1898); **127**, 68 (1898); **130**, 1634 1764 (1900); **131**, 48 (1900); **132**, 1489 (1901); *Л. Г. Цюрих, А. А. Гинзбург,* ЖОХ, **5**, 1468 (1935). [6] *Нойес, Тюккер,* Am. Chem. J., **19**, 123 (1897); *Штраус, Коллек,* Ber. **59**, 1664 (1926). [7] *Ю. С. Залькинд, Б. М. Фундылер,* ЖОХ **9**, 1725 (1939). [8] *Ньюлэнд, Калкотт, Даунинг, Картер,* J. Am. Chem. Soc., **53**, 4197 (1931).

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

XVI 1953 1

ФИЗИОЛОГИЯ

Л. С. Гамбарян и С. С. Оганесян

Принцип переключения в условнорефлекторной деятельности человека

(Представлено Г. Х. Бунятяном 12 XI 1952)

Исследованиями И. П. Павлова и его школы доказано, что тонкое и точное соотношение организма со средой осуществляется сложным взаимодействием условных и безусловных рефлексов, т. е. закономерными ответами организма на те или иные воздействия внешней и внутренней среды. Детерминируя поведение животных и человека воздействиями указанных сред, павловская физиология подчеркивает, что форма и характер ответной реакции организма в каждый данный отрезок времени зависит не только от конкретного стимула, но и от совокупности всех тех воздействий, которые сопровождают этот стимул в настоящем и имели место в прошлом. „*Огромное значение* для деятельности больших полушарий в каждый данный момент,—пишет Павлов,—имеют последующие скрытые действия предшествовавших раздражений“ ([1]).

Значение указанных воздействий проявляется в том, что они создают в больших полушариях мозга определенные межцентральные отношения, на фоне которых пришедшие сюда раздражения „...проводятся то в одном, то в другом направлении“ (Павлов), соответственно вызывая то одну, то другую реакцию.

Принцип переключения или перехода нервного тока с одного пути на другой по Павлову „...составляет главнейшую функцию самой верхней части нервной системы“.

Систематическими исследованиями Э. А. Асратяна ([2, 3]) и его сотрудников, а в дальнейшем и работами И. И. Лаптева ([4]), Э. Г. Вацуро ([5]) и других показано, что благодаря принципу переключения в условнорефлекторной деятельности неизмеримо расширяется и утончается приспособительная деятельность организма к непрерывно текущим и изменяющимся условиям среды.

Работами лаборатории Э. Ш. Айрапетьянца ([6, 7]) показано, что принцип переключения, установленный в деятельности внешних анализаторов, имеет место и в деятельности анализаторов внутренней

для организма среды, чем „...подчеркивается тождество механизмов деятельности внешнего и внутреннего анализаторов“ (Айрапетьянц, стр. 131).

Несмотря, однако, на большое число экспериментальных работ, посвященных вопросу коркового переключения, все они проводились исключительно на животных. Поэтому представляет интерес изучение особенностей переключения в условнорефлекторной деятельности человека.

С этой целью были подвергнуты исследованию пять человек. Трое из них 32—35 лет (Ш-а, В-ян, Г-ян), один—50 лет (А-ян) и один—62 лет (А-ов).

Условные рефлексы вырабатывались по методике речевого подкрепления А. Г. Иванова-Смоленского ([8]) в специально оборудованном помещении, состоящем из двух смежных комнат. В одной комнате, снабженной оптическими и акустическими раздражителями, находился испытуемый, в другой—экспериментатор. Словесные приказания подавались через смотровое отверстие в стене комнаты. Условные рефлексы вырабатывались на красный и белый свет[1]. Положительный раздражитель сочетался с приказом „нажмите на кнопку, отпустите“, отрицательный—„не нажимайте“. После образования условного рефлекса реакция проявлялась без речевого подкрепления. Запись условной двигательной реакции производилась на вращающейся ленте кимографа с помощью мареевской капсулы.

Исследования проводились следующим образом. Одним из экспериментаторов в утренние часы вырабатывался условный положительный рефлекс на красный свет и отрицательный—на белый. Другим у тех же испытуемых в тех же условиях, но в вечерние часы, наоборот—на белый свет—условный положительный рефлекс, на красный—отрицательный.

Предложенная задача с легкостью была выполнена всеми испытуемыми; положительно реагируя на красный свет в утренних опытах, они отрицательно реагировали на него в вечерних. На белый свет—наоборот. Получив четкое изменение сигнального значения условных раздражителей, мы провели ряд проб для выяснения роли фактора времени в осуществлении коркового переключения. Сближая время постановки „утренних“ и „вечерних“ опытов, проводя их сейчас же один за другим или перемещая „вечерние“ опыты на утренние часы и наоборот, нам удалось установить, что фактор времени не играет никакой роли в осуществлении коркового переключения. Переключателями во всех случаях оказывались экспериментаторы. При одновременном присутствии на опыте обоих экспериментаторов правильная ответная реакция испытуемых на условные раздражители обеспечивалась сообщением: „опыт ведет Гамбарян“ или „опыт ведет Оганесян“. В течение одного опыта указан-

---

[1] „Белым светом“ условно называем свет обычной электрической лампочки.

ным путем, т. е. посредством речевой сигнализации, мы могли несколько раз менять сигнальное значение условных раздражителей. Это явление в весьма показательной форме было подтверждено в опытах, в которых исследования проводились *третьим* экспериментатором, ранее не участвовавшим в нашей работе.

Достаточно было этому экспериментатору сообщить испытуемому, что он ведет опыт за Гамбаряна или за Оганесяна, чтобы получить совершенно определенные реакции на условные раздражители, а именно: в первом случае—соответствующие опытам Гамбаряна, во втором—опытам Оганесяна.

Далее было установлено, что каждый из экспериментаторов, постоянно проводящих исследование, такими же заявлениями мог изменять весь ход опыта. Так, когда в „утренних" опытах, которые вел Гамбарян, сообщалось, что исследование ведется за Оганесяна, то испытуемые реагировали на условные раздражители так, как это имело место обычно в „вечерних" опытах у Оганесяна. В последних исследованиях совершенно очевидно выступала ведущая роль второй сигнальной системы в ее взаимодействии с первой.

Во второй серии исследований опыты были несколько осложнены. При этом в первый период велись только „утренние" опыты. Работа начиналась обычным образом: включался то положительный условный раздражитель (красный свет), то отрицательный (белый свет), а затем после 5—10-секундной паузы вводился в действие на 2—3 секунды звонок (индиферентный раздражитель). Через 5—15 секунд после прекращения действия звонка вновь включались те же раздражители, но теперь белый свет подкреплялся положительным словесным сигналом, а красный свет—отрицательным. В такой постановке опыта удалось у трех испытуемых звонок превратить в переключатель сигнального значения условных раздражителей. Для иллюстрации сказанного приводим кимографическую запись одного

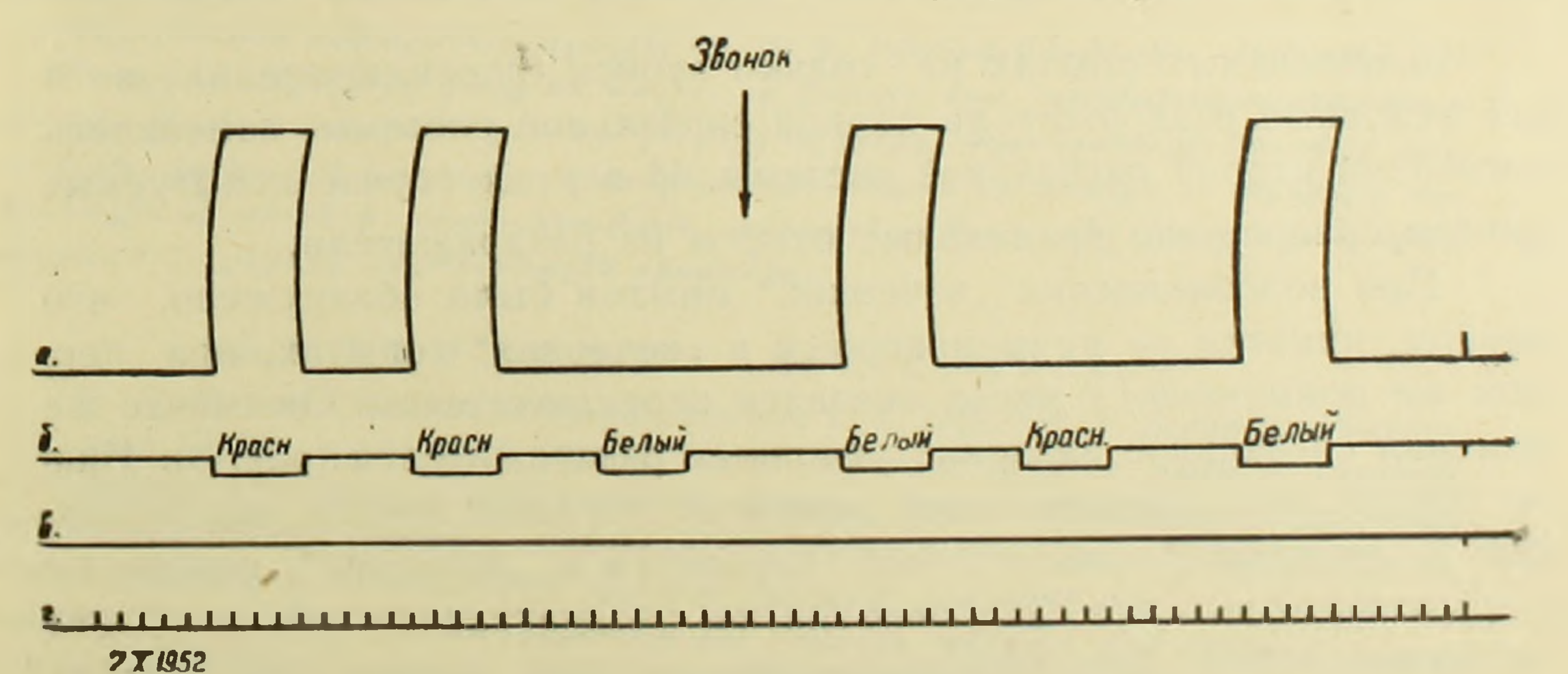


Рис. 1. А—ян. Условные двигательные рефлексы. Обозначения сверху вниз: *а*—запись двигательной реакции (нажатие на кнопку); *б*—отметка условного раздражения; *в*—отметка речевого подкрепления; *г*—отметка времени (деление равно 2 секундам). Стрелка указывает момент действия звонка.

из опытов (рис. 1). Как видно из кривой, после дачи звонка белый свет вызывал положительную реакцию, красный свет—отрицательную, т. е. обратно тому, что имело место в начале опыта. В отдельных случаях опыты начинались с действия звонка. При этом звонок опять менял сигнальное значение условных раздражителей на весь опыт.

Превратив звонок в переключатель условнорефлекторной реакции, мы провели ряд опытов, в которых вместо дачи звонка произносилось слово „звонок" или испытуемому показывалась табличка с надписью „звонок". Во всех подобных опытах словесное (акустическое или графическое) обозначение звонка сразу же меняло сигнальное значение раздражителей (рис. 2). Таким образом было установлено, что переключателями являлись не только раздражители первой сигнальной системы, но и их словесные обозначения—сигналы второй сигнальной системы.

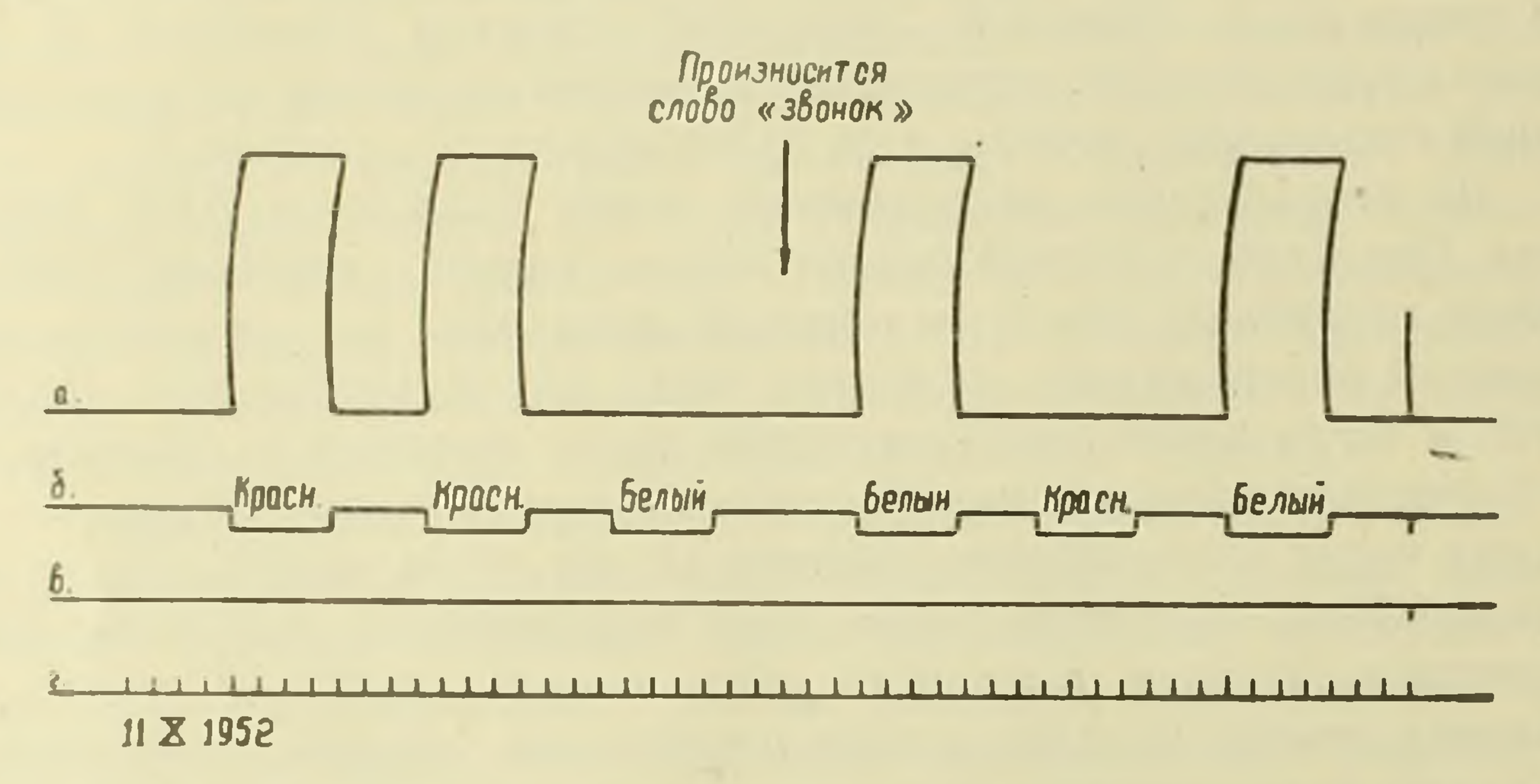


Рис. 2. Г-ян. В опыте вместо подачи звонка произносится слово „звонок". Последний меняет сигнальное значение условных раздражителей.

В отдельных опытах не только звонок (переключатель), но и все условные раздражители первой сигнальной системы заменялись сигналами второй сигнальной системы. И в этом случае испытуемые давали совершенно правильные ответы на раздражители.

При возобновлении „вечерних" опытов было обнаружено, что звонок, никогда не применявшийся в „вечерних" опытах, при первом же применении с места оказался переключателем. Он сейчас же изменил сигнальное значение условных раздражителей (рис. 3). Иначе говоря, весь динамический комплекс нервных связей, выработанный в „утренних" опытах, был перенесен в „вечерние" опыты, но с обратными знаками. Это явление мы рассматриваем как результат установившихся функционально-динамических отношений между „утренними" и „вечерними" опытами.

Обобщая весь экспериментальный материал, можно сказать, что принцип переключения в условнорефлекторной деятельности

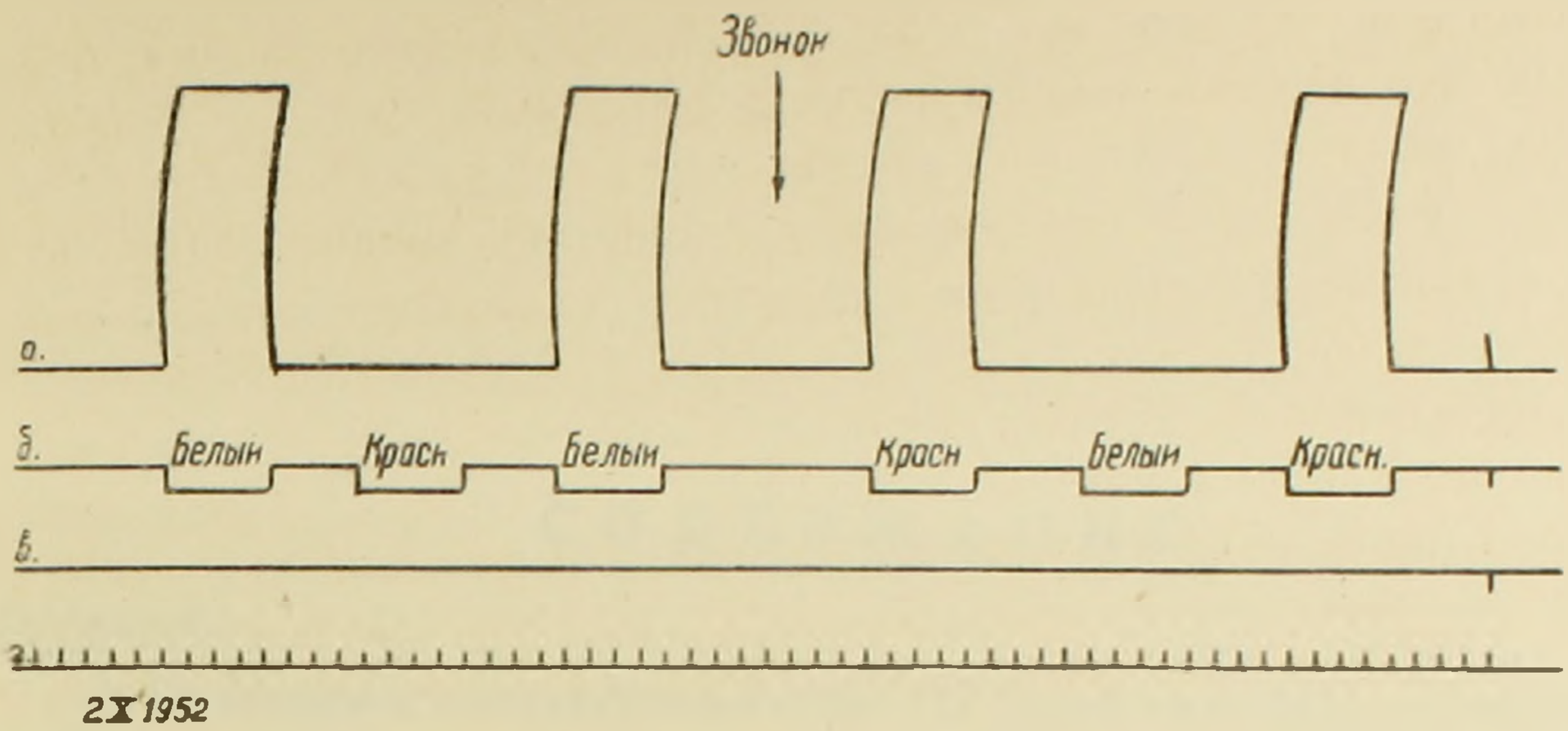


Рис. 3. Ш—а. Впервые в „вечернем" опыте применяется звонок. Без предварительной выработки звонок меняет сигнальное значение условных раздражителей.

человека достигает своего высшего совершенства благодаря второй сигнальной системе, постоянно взаимодействующей с первой. При этом, как впервые было показано в лаборатории А. Г. Иванова-Смоленского ([9]) и как показывают наши опыты, ведущая роль в этом взаимодействии принадлежит второй сигнальной системе действительности.

Институт физиологии АН Армянской ССР и Институт ортопедии и травматологии Министерства здравоохранения Армянской ССР

Լ. Ս. ՂԱՄԲԱՐՅԱՆ ԵՎ Ս. Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

Մարդու պայմանական-ռեֆլեկտոր գործունեության փոխարկման սկզբունքը

Ուսումնասիրվել է մարդու մոտ բարձրագույն ներվային գործունեության փոխարկման սկզբունքը։

Պայմանական ռեֆլեքսները մշակվել են Ա. Գ. Իվանով-Սմոլենսկու մեթոդիկայով։

Ստացված տվյալները ցույց են տալիս, որ մարդու մոտ պայմանական-ռեֆլեկտոր գործունեության փոխարկման կանոնը, շնորհիվ երկրորդ ազդանշանային սիստեմի առկայության, հասնում է իր բարձր կատարելագործմանը, և որ առաջին ու երկրորդ ազդանշանային սիստեմների գործունեության փոխազդեցության մեջ առաջնակարգ դերը պատկանում է երկրորդ ազդանշանային սիստեմին։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *И. П. Павлов*, Полное собрание трудов, т. 3, 1949. [2] *Э. А. Асратян*, Физиолог. журнал СССР, т. 30, № 1 (1941). [3] *Э. А. Асратян*. Журнал высшей нервной деятельности, т. 1. вып. 1 (1951). [4] *И. И. Лаптев*, Третье совещание по физиологическим проблемам (тезисы докладов). Л., 1938. [5] *Э. Г. Вацуро*, Труды Ин-та эволюц. физиологии и патологии высшей нервной деятельности им. ак. И. П. Павлова, т. 1 (1947). [6] *Э. Ш. Айрапетьянц*, Высшая нервная деятельность и рецепторы внутренних органов, 1952. [7] *Л. С. Гамбарян*, ДАН СССР, т. 84, № 5 (1952). [8] *А. Г. Иванов-Смоленский*, Методика исследования условных рефлексов у человека, (1928). [9] *А. Г. Иванов-Смоленский*, Физиолог. журнал СССР, т. 35 № 5, 1949).