

№ 144

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՐ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

№ 144

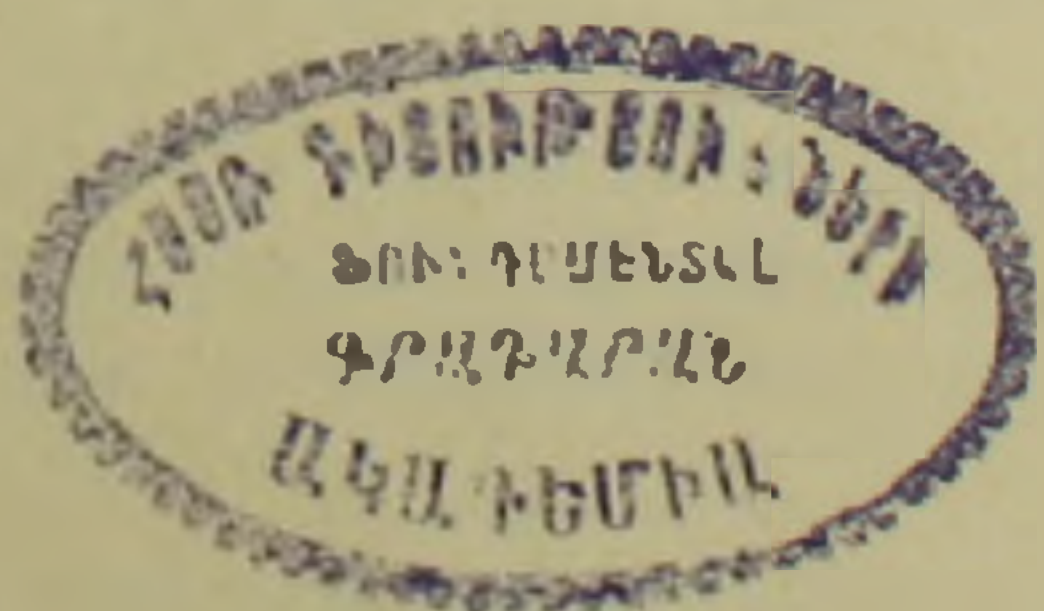
XXXVIII,
1964

խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Է. Գ. ԱՅԻԿՅԱՆ, կենսաբանական գի-
տությունների բեկնածու, Ա. Թ. ԲԱՐԱՅԱՆ,
ՀՍՍՐ ԳԱ քղրակից-անդամ, Վ. Մ. ԹԱՌԱ-
ՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ քղրակից-անդամ, Վ. Հ.
ՀՍՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ.
ՂԱԶԱՐՅԱՆ, կենսաբանական գիտու-
թյունների դոկտոր (պատ. խմբագրի տե-
ղակալ), Գ. Մ. ՂԱՐԻԲՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ քղ-
րակից-անդամ, Ս. Հ. ՄԻՐՉՈՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ
քղրակից-անդամ, Ս. Ս. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՐ
ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՐ
ԳԱ ակադեմիկոս, Մ. Մ. ԶՐՐԱՇՅԱՆ, ՀՍՍՐ
ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագիր), Օ. Մ.
ՍԱՊՈՆԶՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ քղրակից-անդամ:

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик, Э. Г.
АФРИКЯН, кандидат биологических
наук, А. Т. БАБАЯН, чл.-корресп. АН
АрмССР, Г. М. ГАРИБЯН, чл.-корресп.
АН АрмССР, М. М. ДЖРБАШЯН, ака-
демик АН АрмССР (отв. редактор), В. О.
КАЗАРЯН, доктор биологических наук
(зам. отв. редактора), С. А. МИР-
ЗОЯН, чл.-корресп. АН АрмССР, С. С.
МКРТЧЯН, академик АН АрмССР, А. Г.
НАЗАРОВ, академик АН АрмССР, О. М.
САПОНДЖЯН, чл.-корресп. АН АрмССР,
В. М. ТАРАЯН, чл.-корресп. АН АрмССР



Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

Էջ

Մաքսմաթիկա

Վ. Ա. Յավրյան—Ինքնահամարում օպերատորների մի քանի գրգռումների մասին 3

Ֆիզիկա

Խ. Պ. Բարսյան, Դ. Լ. Գրիգորով, Է. Ա. Սամիջանյան և Վ. Յ. Շեստոպյորով—Բարձր էներգիայով օժտված միջուկային ազտիվ մասնիկների դրեթե լրիվ ոչ առաձգական փոխադրեցությունները թեթև ատոմային միջուկների հետ 9

Աստրոֆիզիկա

Է. Վ. Չուբարյան—Նյութի որոշ հատկությունները միջուկայինից ցածր խտությունների դեպքում 17

Պոլիմերների ֆիզիկա

Ն. Մ. Քոչարյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ, Մ. Ն. Մովսեսյան և Կ. Ա. Ասլանյան—Կաուչուկի հնացման հետադոտությունը ինֆրակարմիր սպեկտրասկոպիայի մեթոդով 23

Կիրառական օգեռևութաբանություն

Հ. Հ. Փախչանյան—Գոլորշառենակությունը և նրա փոփոխումը ըստ տեղանքի բարձրության 27

Օրգանական քիմիա

Վ. Ի. Իսազուլյանց, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ աղագեմիկոս, Է. Լ. Մարկոսյան և Ա. Ֆ. Դյուսման—Մեթիլ-դ-նիտրոփալերիանաթթվի էսթերների սինթեզը իոնիտների ներկայությամբ 35

Հանքաբանություն

Ա. Ի. Կարապետյան և Շ. Ն. Ամիրյան—Հայկական ՍՍՌ Մեղրաձորի ոսկու հանքավայրում ոսկու, արծաթի, բիսմութի և կապարի տեղաբաշխման հայտնաբերման մասին 39

Բույսերի ֆիզիոլոգիա

Մ. Խ. Չալախյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ, Լ. Պ. Խլոպենկովա և Վ. Ն. Լոմնիկովա—Փնջավորված բույսերի ռեակցիայի առանձնահատկությունը գիբբերելիների ներգործման դեպքում 45

Միջառաքանություն

Վ. Ա. Ռիխտեր—Գիշաճանճերի (Diptera, Asilidae) նոր և քիչ հայտնի տեսակներ Անդրկովկասի Գառնայից 53

Ֆիզիոլոգիա

Վ. Վ. Ռանարջյան, Ռ. Ի. Պողոսյան և Վ. Ա. Մալոյան—Գլխուղեղի կեղևի հրա-հրված պոտենցիալները ուղեղիկի կորիզների գրգռման ժամանակ 63

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Математика

- В. А. Яврян*—О некоторых возмущениях самосопряженных операторов 3

Физика

- Х. П. Бабаян, Н. Л. Григоров, Э. А. Мамиджян и В. Я. Шестоперов*—Взаимодействия ядерно-активных частиц высокой энергии с легкими атомными ядрами, характеризующиеся большой степенью неупругости 9

Астрофизика

- Э. В. Чубарян*—Некоторые свойства вещества при плотностях ниже ядерной 17

Физика полимеров

- Н. М. Кочарян, чл.-корр. АН Армянской ССР, М. Е. Мовсисян и К. А. Асаян*—Исследование старения хлоропреновых каучуков методом инфракрасной спектроскопии 23

Прикладная метеорология

- Г. Г. Пахчян*—Испаряемость и ее изменение с высотой местности 27

Органическая химия

- В. И. Исагулянц, академик АН Армянской ССР, Э. Л. Маркосян и А. Ф. Гросман*—Синтез эфиров γ -метил- γ -нитровалериановой кислоты в присутствии конитов 35

Минералогия

- А. И. Карапетян и Ш. О. Амирян*—Об обнаружении теллуридов золота, серебра, висмута и свинца в рудах Меградзорского золоторудного месторождения Армянской ССР 39

Физиология растений

- М. Х. Чайлахян, чл.-корр. АН Армянской ССР, Л. П. Хлопенкова и В. Н. Ложникова*—О специфичности реакции розеточных растений на действие гиббереллина 45

Энтомология

- В. А. Рихтер*—Новые и малоизвестные виды ктырей Diptera, Acilidae в фауне Закавказья 53

Физиология

- В. В. Фанарджян, Р. И. Погосян и В. А. Малоян*—Вызванные потенциалы коры мозга на раздражение ядер мозжечка 59

В. А. Яврян

О некоторых возмущениях самосопряженных операторов

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. М. Джрбашяном 10/XI 1963)

В дальнейшем A — самосопряженный оператор, заданный в гильбертовом пространстве H , $D(A)$ — область определения оператора A , $\rho(A)$ — множество регулярных точек A , а $R_z = (A - zI)^{-1}$, где $z \in \rho(A)$. Через B^* обозначаем множество линейных функционалов χ , определенных на $D(A^{\frac{1}{2}})$, и для которых при некотором $z \in \rho(A)$ (а тогда и для всех $z \in \rho(A)$) $\chi(R_z^{\frac{1}{2}} f) = (R_z^{\frac{1}{2}} f, \chi)$ есть ограниченный функционал в H . Очевидно, что $H \subset B^*$. Элемент $R_z^{\frac{1}{2}} \chi \in H$ определяется с помощью равенства: $((R_z^{\frac{1}{2}})^* f, \chi) = (f, R_z^{\frac{1}{2}} \chi)$, где $f \in H$. Интересно отметить, что если в $D(A^{\frac{1}{2}})$ и B^* ввести нормы соответственно: $\|f\|_1 = \|(A - iI)^{\frac{1}{2}} f\|$, $f \in D(A^{\frac{1}{2}})$ и $\|\chi\|_2 = \|R_i^{\frac{1}{2}} \chi\| = \|(R_i^{\frac{1}{2}})^* \chi\|$, $\chi \in B^*$, то, как легко видеть, $B = D(A^{\frac{1}{2}})$ и B^* станут полными банаховыми пространствами, причем B^* будет сопряженным к B .

Пусть V — линейный оператор, переводящий $D(A^{\frac{1}{2}})$ в B^* , и такой, что $(f, Vg) = \overline{(g, Vf)}$, где $f, g \in D(A^{\frac{1}{2}})$. Мы должны придать естественный смысл возмущению A оператором V , т. е. определить сумму $A_1 = A + V$.

Рассмотрим билинейную форму, определенную на $D(A^{\frac{1}{2}})$:

$$(f, g) = (A^{\frac{1}{2}} f, (A^{\frac{1}{2}})^* g) + (f, Vg). \quad (1)$$

По определению, $D(A_1)$ совпадает с множеством тех g , $g \in D(A^{\frac{1}{2}})$, для которых форма (1) есть ограниченный функционал в H . Оператор A_1 определяется с помощью следующего равенства: $(f, g) = (f, A_1 g)$, где $A_1 g \in H$.

Фактически мы вместо A рассматриваем его расширение $\tilde{A}$, ко-

торое определено также на $D(A^{\frac{1}{2}})$, но со значениями из B^* : $(f, \hat{A}g) = (A^{\frac{1}{2}}f, (A^{\frac{1}{2}})^*g)$, $f, g \in D(A^{\frac{1}{2}}) = D(A^{\frac{1}{2}})^*$. После этого берем $\hat{A} + V$, но только на тех $g \in D(A^{\frac{1}{2}})$, для которых $\hat{A}g + Vg \in H$.

Легко видеть, что форма (1) симметрична, а тем самым симметричен и оператор A_1 , т. е. $(f, A_1g) = (A_1f, g)$ при $f, g \in D(H_1)$. Можно показать, что при любом $z \in \rho(A)$ справедлива формула:

$$A_1 = (A - zI)^{-1}(I + R_z^{\frac{1}{2}}VR_z^{\frac{1}{2}})(A - zI)^{\frac{1}{2}} + zI.$$

Отсюда следует, что для невещественных z

$$(A_1 - zI)^{-1} = R_z^{\frac{1}{2}}(I + R_z^{\frac{1}{2}}VR_z^{\frac{1}{2}})^{-1}R_z^{\frac{1}{2}}. \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что для самосопряженности достаточно, чтобы оператор $I + R_z^{\frac{1}{2}}VR_z^{\frac{1}{2}}$ имел ограниченный обратный при некотором z и $\bar{z}$. В частности, если $R_z^{\frac{1}{2}}VR_z^{\frac{1}{2}}$ вполне непрерывный, то можно показать что при любом невещественном z существует ограниченный $(I + R_z^{\frac{1}{2}}VR_z^{\frac{1}{2}})^{-1}$. Отметим, что $g \in D(H)$ может принадлежать $D(H_1)$ в том и только в том случае, когда $Vg \in H$, т. е. Vg есть ограниченный функционал.

Следуя (1), обозначим через S_p ($1 \leq p < \infty$) банахово пространство вполне непрерывных операторов K , для которых сходится ряд $\sum_j s_j^p(K)$, где $s_j(K)$ — собственные числа положительного оператора $(K^*K)^{\frac{1}{2}}$, занумерованные в порядке убывания. S_∞ есть класс всех вполне непрерывных операторов.

В S_p нормы определяются с помощью равенств:

$$|K|_p = \left(\sum_j s_j^p(K) \right)^{\frac{1}{p}},$$

при $1 \leq p < \infty$ и $|K|_\infty = |K|$, где $|K|$ — обычная норма оператора K . Справедлива следующая

Теорема 1. Пусть самосопряженный оператор A и оператор V такие, что при некотором $z_0 \in \rho(A)$

$$R_{z_0}^{\frac{1}{2}}VR_{z_0}^{\frac{1}{2}} \in S_p. \quad (3)$$

Тогда (3) имеет место при любом $z \in \rho(A)$ и

$$\lim_{\substack{z \rightarrow \infty \\ z \in G_\theta}} |R_z^{\frac{1}{2}}VR_z^{\frac{1}{2}}|_p = 0, \quad \text{где } G_\theta = \left\{ z : \left| \frac{\pi}{2} - \arg z \right| < \theta \right\}, \quad 0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}.$$

Аналогичная теорема, где вместо условия (3) выполнено условие $VR_{z_0} \in S_p$, доказана М. Г. Крейном и И. Ц. Гохбергом. Следуя

(²), операторы A и A_1 назовем резольвентно сравнимыми, если при некотором $z \in \rho(A) \cup \rho(A_1)$ $(A_1 - zI)^{-1} - (A - zI)^{-1} \in S_1$. Обобщая результаты из (^{3, 4}), М. Г. Крейн (²) установил следующее предложение.

Если самосопряженные операторы резольвентно сравнимы, то существует с точностью до постоянного слагаемого единственная измеримая функция $\xi(\lambda)$ ($-\infty < \lambda < \infty$) такая, что

$$\text{Sp}[(A_1 - zI)^{-1} - (A - zI)^{-1}] = - \int_{-\infty}^{\infty} \frac{|\xi(\lambda)| d\lambda}{(\lambda - z)^2} \quad (z \in \rho(A) \cap \rho(A_1)), \quad (4)$$

причем

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{|\xi(\lambda)|}{1 + \lambda^2} d\lambda < \infty.$$

Может быть доказана следующая

Теорема 2. Пусть A — самосопряженный оператор, V — оператор, переводящий $D(A^{\frac{1}{2}})$ в B^* и

$$R_1^{\frac{1}{2}} V R_1^{\frac{1}{2}} \in S_1. \quad (5)$$

Тогда в формуле (4) функцию $\xi(\lambda)$ можно определить с помощью формулы;

$$\xi(\lambda) = \frac{1}{\pi} \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \arg \Delta(\lambda + i\varepsilon) + \text{const}, \quad (\text{почти всюду}), \quad (6)$$

где

$$\Delta(z) = \det(I + R_z^{\frac{1}{2}} V R_z^{\frac{1}{2}}).$$

Для любого $\alpha > 0$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{|\xi(\lambda)| d\lambda}{(1 + |\lambda|)^{1+\alpha}} < \infty. \quad (7)$$

Если A полуограничен, то можно выбрать $\xi(\lambda)$ так, чтобы

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{|\xi(\lambda)|}{1 + |\lambda|} d\lambda < \infty. \quad (8)$$

Сделаем некоторые пояснения к доказательству теоремы. Отметим, что резольвентная сравнимость и, следовательно, справедливость формулы (5) следует из равенства:

$$(A_1 - zI)^{-1} - (A - zI)^{-1} = R_z^{\frac{1}{2}} T_z R_z^{\frac{1}{2}},$$

где

$$T_z = -(I + R_z^{\frac{1}{2}} V R_z^{\frac{1}{2}})^{-1} R_z^{\frac{1}{2}} V R_z^{\frac{1}{2}} \in S_1.$$

Формула (6) получается из равенства:

$$\ln \Delta(z) = \int_{-\infty}^{\infty} \left(\frac{1}{\lambda - z} - \frac{\lambda}{1 + \lambda^2} \right) \xi(\lambda) d\lambda + \text{const}, \quad (9)$$

где $\xi(\lambda)$ — некоторая определенная функция, удовлетворяющая (4), а голоморфная функция $\ln \Delta(z)$ ($\text{Im } z > 0$) определена так, что $\ln \Delta(z) = o(1)$ при $\text{Im } z \rightarrow \infty$. Существование такой ветви $\ln \Delta(z)$ следует из теоремы 1.

При доказательстве (9) используется следующая

Лемма. В условиях теоремы 2 существует такая последовательность конечномерных операторов V_n ($n = 1, 2, \dots$), действующих в H , что при любом $z \in \rho(A)$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|R_z^{\frac{1}{2}} V_n R_z^{\frac{1}{2}} - R_z^{\frac{1}{2}} V R_z^{\frac{1}{2}}\|_1 = 0.$$

Для доказательства оценки (8) сначала предполагается, что $V \geq 0$, т. е. $R_{-a}^{\frac{1}{2}} V R_{-a}^{\frac{1}{2}} \geq 0$, где $a > 0$ (можно считать, что $A \geq 0$). Тогда $\frac{\text{Im } \ln \Delta(z)}{\text{Im } z} \geq 0$, $\ln \Delta(-a) \geq 0$ при любом $a > 0$ и оценка (8) следует из (9) и теоремы М. Г. Крейна (5). В случае произвольного V можно написать, что $V = V_+ - V_-$, где $V_+ \geq 0$, $V_- \geq 0$, причем $R_i^{\frac{1}{2}} V_+ + R_i^{\frac{1}{2}} \in S_1$ и $R_i^{\frac{1}{2}} V_- R_i^{\frac{1}{2}} \in S_1$, а также $(A + V_+ - iI)^{-\frac{1}{2}} V_- (A + V_+ - iI)^{-\frac{1}{2}} \in S_1$, что следует из полуограниченности A . Неравенство (7) доказывается аналогично и основано на теореме 1 и теореме И. С. Каца (6).

Оценка (8) точная, а именно: для любого $A \geq 0$ и $a \geq 0$ можно найти такой оператор V (даже одномерный), удовлетворяющий условию (5), что

$$(1) \quad \int_{-\infty}^{\infty} \frac{|\xi(\lambda)| d\lambda}{(1 + |\lambda|)^{1-a}} = \infty.$$

Отметим, что условия теоремы 2 выполнены, если V — самосопряженный, $D(V^{\frac{1}{2}}) \supset D(A^{\frac{1}{2}})$ и $V^{\frac{1}{2}} R_i^{\frac{1}{2}} \in S_2$. Такие условия (в предположении, что A полуограничен) в других вопросах рассматривались в работе (7).

Теорема 3. Пусть A — самосопряженный оператор, $V \geq 0$ (т. е. $(R_i^{\frac{1}{2}})^* V R_i^{\frac{1}{2}} \geq 0$). Если $|R_z^{\frac{1}{2}} V R_z^{\frac{1}{2}}| < \frac{1}{2}$ при некотором $z \in \rho(A)$ и A и $A_1 = A + V$ резольвентно сравнимы, то функция $\xi(\lambda)$ в формуле (4) будет полуограниченной снизу.

Если интервал $(a, b) \in \rho(A)$, то в (a, b) A_1 может иметь самое большое счётное число точек спектра (собственные значения), которые стремятся к левому концу.

В других предположениях аналогичные утверждения содержатся в (2).

Следующая теорема в некотором смысле поясняет условие (5).

Теорема 4. Если выполнены условия теоремы 2, то $(A_1 - zI)^{-1} - (A - zI)^{-1} \in S_1$ при любом $z > 0$ и $\text{Im} z > 0$.

Эту теорему в случае полуограниченного A доказал и рассказал автору М. Г. Крейн.

При доказательстве используется то, что $-R_z$ — диссипативный оператор при $\text{Im} z > 0$ и применяются формулы для степеней диссипативного оператора В. И. Мацаева и Ю. А. Паланта (3). Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю М. Г. Крейну за постановку задач и постоянное внимание.

Одесский инженерно-строительный институт

Ереванский государственный университет

Վ. Ա. ՅԱՎՐՅԱՆ

Ինքնահամալուծ օպերատորների մի բանի զրգուռման մասին

Հոդվածում ուրիշ թեորեմների հետ միասին նշված է հետևյալ թեորեմը.

Թեորեմ. Եթե օպերատոր A ինքնահամալուծ և V զծային օպերատորներն այնպիսին են, որ $(A - zI)^{-\frac{1}{2}} V (A - zI)^{-\frac{1}{2}}$ կորիզային օպերատոր է: Այդ դեպքում զոյուրյուն ունի հաստատուն զումարելի նշույրյումբ միակ իրական $\xi(\lambda)$ ֆունկցիա, որը որոշված է սմբողջ իրական առանցքի վրա և բոլոր ոչ իրական z -երի համար բավարարում է հետևյալ առնչույթանը՝

$$\text{Sp} [(A_1 - zI)^{-1} - (A - zI)^{-1}] = - \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\xi(\lambda)}{(\lambda - z)^2} d\lambda \quad (1)$$

ընդ որում կամայական $z > 0$ համար

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{|\xi(\lambda)| d\lambda}{(1 + |\lambda|)^{1+\alpha}} < \infty$$

Երե մասնավորապես A ընտրելից կիսաառանցական է, ապա

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{|\xi(\lambda)|}{1 + |\lambda|} d\lambda < \infty$$

— եղի ունի հետևյալ բանաձևը՝

$$\xi(\lambda) = \frac{1}{\pi} \arg \det (I + R_{\lambda+10}^{\frac{1}{2}} V R_{\lambda+10}^{\frac{1}{2}}),$$

որտեղ

$$R_{\lambda+10} = \lim_{y \downarrow 0} (A - (\lambda + iy))^{-1}$$

(1) հավասարույթունը անմիջական հետեանք է Մ. Գ. Կրեյնի թեորեմի (2):

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Ц. Ц. Гохберг, М. Г. Крейн, ДАН СССР, т. 137, № 5, (1961). ² М. Г. Крейн, ДАН СССР, т. 144, № 2 (1962). ³ И. М. Лифшиц, УМН, 7, № 1 (1952). ⁴ М. Г. Крейн, Матем. сборник, 33(74), 3, (1953). ⁵ М. Г. Крейн, ДАН СССР, 76, № 1 (1951). ⁶ И. С. Кац, УМН, 11:3(69) (1956). ⁷ С. Т. Курода, Journal of the Math. Society of Japan, Vol. 12, № 3, July, 1960. ⁸ В. И. Мацаев и Ю. А. Палант, Укр. матем. журнал, том XIV, № 3, (1962).

ФИЗИКА

Х. П. Бабаян, Н. Л. Григоров, Э. А. Мамиджаниян и В. Я. Шестоперов

Взаимодействия ядерно-активных частиц высокой энергии
 с легкими атомными ядрами, характеризуемые
 большой степенью неупругости

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Г. М. Гарибяном 23/IX 1963)

Изучение так называемых молодых электронно-фотонных атмосферных ливней, основная энергия которых сконцентрирована в круге радиусом несколько десятков сантиметров, показало, что такие ливни образуются в результате взаимодействия ядерно-активной частицы в сравнительно тонком слое атмосферы над установкой (¹).

Для согласования экспериментально полученной частоты м. а. л. с измеренным потоком ядерно-активных частиц нам пришлось предположить, что молодые ливни генерируются во взаимодействиях, в которых небольшому числу π^0 -мезонов (≤ 4) передается большая часть энергии „первичной“ ядерно-активной частицы.

Классификация м. а. л. и их регистрация основаны на отборе специфических электронно-фотонных каскадов, образуемых рождающимися π^0 -мезонами (отбор по энергии каскада $E_{э.-ф.}$ и ее пространственной концентрации).

Поскольку вторичные $\pi^\pm$ -мезоны, образовавшиеся в том же взаимодействии, практически не участвуют в формировании электронно-фотонных молодых ливней, их угловое и энергетическое распределение является тем параметром, на который не действуют требования отбора м. а. л. Поэтому измерение ядерно-активной компоненты позволяет получить весьма существенную информацию о характеристиках тех взаимодействий, которые лежат в основе образования м. а. л.

Исследование м. а. л. проводилось нами на высоте 3200 м над уровнем моря на установке с рабочей площадью 10 м², схематическое изображение и подробное описание которой приведено в ряде работ (напр. (²)). Установка состояла из шести рядов ионизационных камер, разделенных фильтрами из свинца и графита. Два верхних ряда камер (V—VI) служили для измерения энергии электронно-фотонной компоненты м. а. л. (¹). Камеры остальных четырех рядов (I—IV),

находившиеся под комбинированным фильтром из графита и свинца, служили для измерения энергии, переданной π^0 -мезонам в фильтрах установки ядерно-активными частицами, входящими в состав м. а. л.

Изучались такие ливни, в которых в небольшом числе m камер ($m \leq 6$) ряда под 3 с.и Рб (V или VI ряд) находилось $\geq 60\%$ всей ионизации, регистрируемой камерами данного ряда. При этом отбирались только те м. а. л., оси которых падали не ближе 50 см от краев установки.

Энергия $E_{э.-ф.}$ электронно-фотонной компоненты м. а. л. нами определялась по формуле $E_{э.-ф.} = 1,4 \cdot 10^8 I_{5,6}$, где $I_{5,6}$ — наибольшее из двух значений ионизации во всем ряду (V или VI), выраженной в числе релятивистских частиц, прошедших по диаметру камер.

При определении энергии π^0 -мезонов, генерированных я.-а. частицами в фильтре над I—II и III—IV рядами камер, мы в каждом индивидуальном случае брали наибольшее значение ионизаций в I или II ряду — $I_{1,2}$ и в III или IV ряду — $I_{3,4}$, т. е. $E_{\pi_1^0} = k I_{1,2}$ и $E_{\pi_2^0} = k I_{3,4}$ (коэффициент k одинаков для всех I—VI рядов камер [3]).

$$\text{Так как } E_{э.-ф.} = k I_{5,6}, \text{ то } \frac{\overline{E_{\pi_1^0}}}{\overline{E_{э.-ф.}}} = \frac{\overline{I_{1,2}}}{\overline{I_{5,6}}} \text{ и } \frac{\overline{E_{\pi_2^0}}}{\overline{E_{э.-ф.}}} = \frac{\overline{I_{3,4}}}{\overline{I_{5,6}}}. \quad (1)$$

Зная $\overline{E_{\pi_1^0}} + \overline{E_{\pi_2^0}}$ (экспериментально определив $\overline{I_{1,2}} + \overline{I_{3,4}}$), мы можем оценить полную энергию я.-а. компоненты м. а. л. (усредненную по многим ливням).

Нами было отобрано 194 м. а. л. с $m = 1 \div 6$ и энергией электронно-фотонной компоненты $1,7 \cdot 10^{12} \text{ эв.} \leq E_{э.-ф.} < 5,1 \cdot 10^{13} \text{ эв.}$

При определении энергии я.-а. частиц молодых ливней по величине ионизации, зарегистрированной нижними рядами камер, мы вводили следующие поправки в экспериментальные данные.

1. Поправка в величину $\frac{\overline{I_{1,2}}}{\overline{I_{5,6}}}$, связанная с возможным выходом я.-а. частиц через боковые поверхности установки.

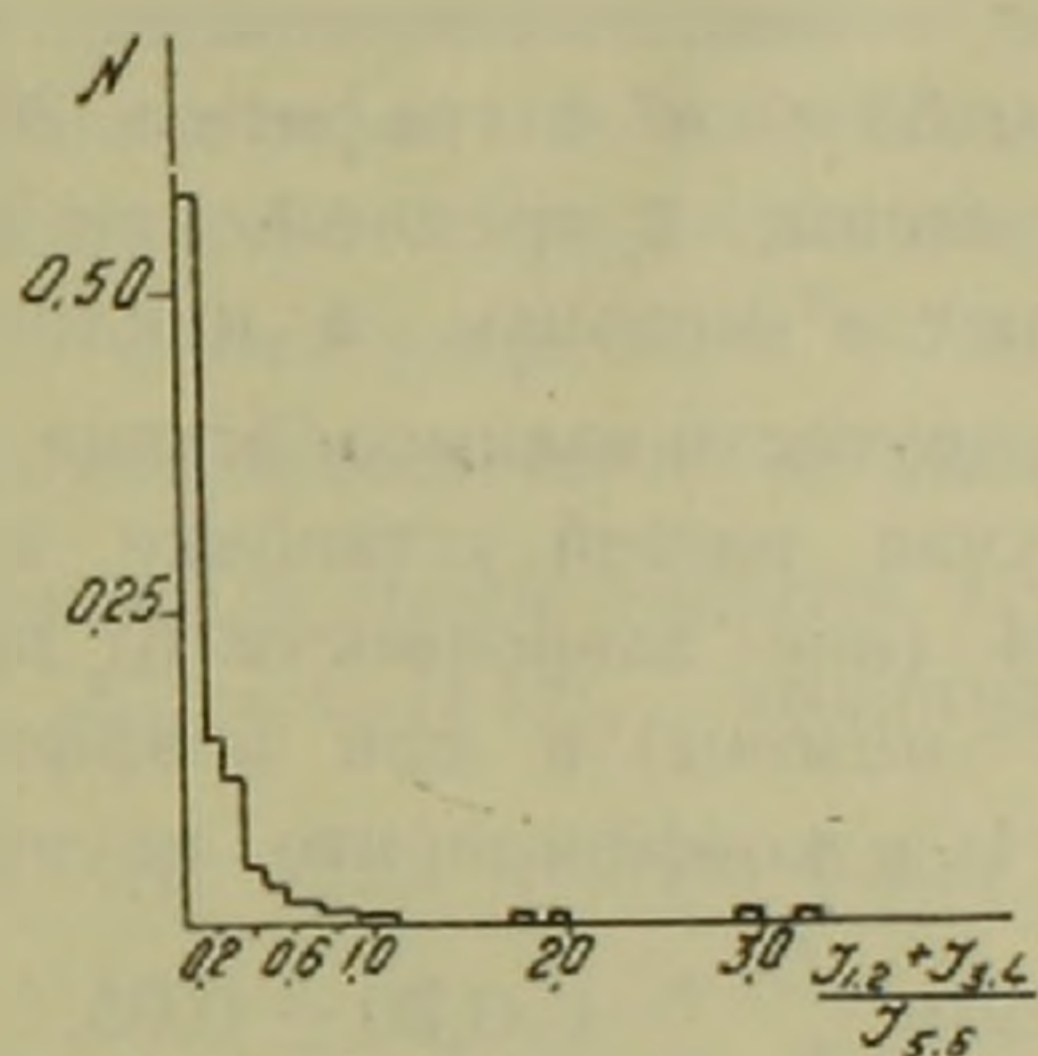
2. Поправка в величину $\frac{\overline{I_{3,4}}}{\overline{I_{5,6}}}$, связанная с проникновением э.-ф. компоненты м. а. л. из атмосферы через фильтры установки.

Таким образом, если $\frac{\overline{I_{1,2}} + \overline{I_{3,4}}}{\overline{I_{5,6}}}_{\text{эксп.}} = 0,144 \pm 0,030$, то с учетом обеих поправок $\frac{\overline{I_{1,2}} + \overline{I_{3,4}}}{\overline{I_{5,6}}}_{\text{испр.}} = 0,135 \pm 0,025$.

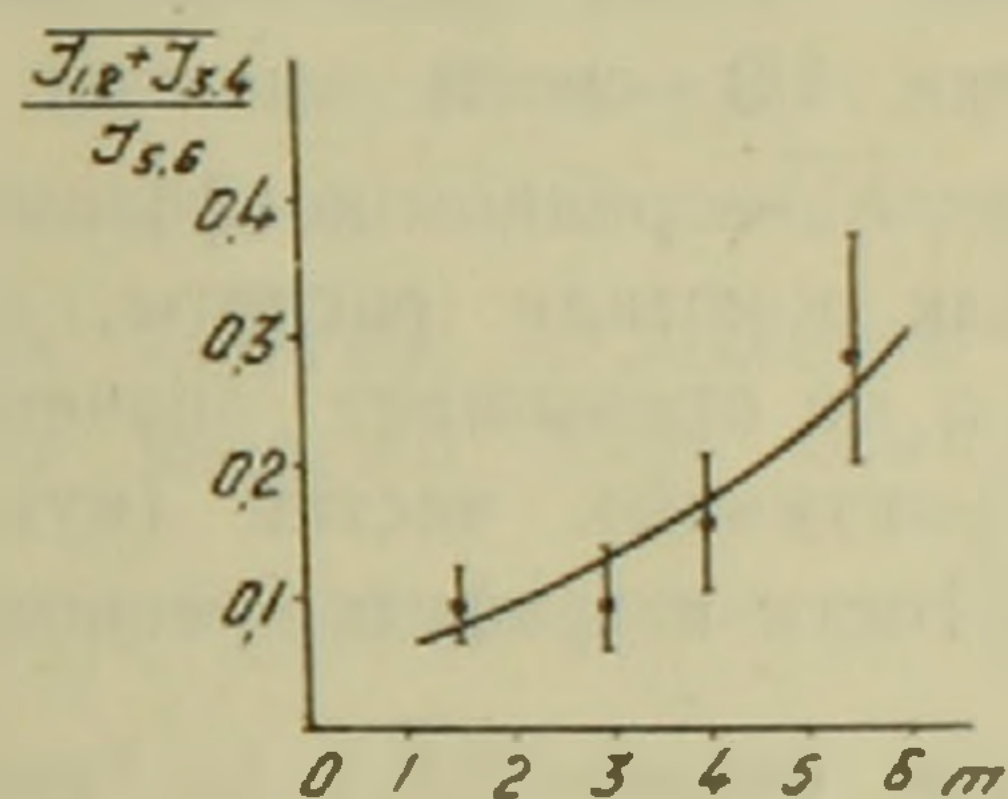
Для выяснения механизма генерации м. а. л. важно знать не только соотношение между энергией я.-а. частиц $\overline{E_{я.-а.}}$ и э.-ф. компоненты $\overline{E_{э.-ф.}}$ в м. а. л., но и распределение величины $\frac{\overline{E_{я.-а.}}}{\overline{E_{э.-ф.}}}$ по всем ливням. Поэтому нами было построено экспериментально наблюдае-

мое распределение м. а. л. по величине $\frac{I_{1,2} + I_{3,4}}{I_{5,6}}$ (фиг. 1). Следует подчеркнуть, что у $(42 \pm 5,5)\%$ молодых ливней $I_{1,2} + I_{3,4} = 0$, а у 85% всех м. а. л. $\frac{I_{1,2} + I_{3,4}}{I_{5,6}} < 0,3$ и для них $\left(\frac{I_{1,2} + I_{3,4}}{I_{5,6}}\right)_{\text{испр.}} = 0,056 \pm \pm 0,008$.

Для того чтобы выяснить не является ли малая доля энергии, заключенная в я.-а. компоненте м. а. л., результатом того, что часть я.-а. частиц проходит мимо установки, была построена зависимость среднего значения $\frac{I_{1,2} + I_{3,4}}{I_{5,6}}$ от „возраста“ ливней (от пара-



Фиг. 1. Распределение м. а. л. с энергией $E_{\text{э.ф.}} > 1,7 \cdot 10^{12}$ эв по величине $\frac{I_{1,2} + I_{3,4}}{I_{5,6}}$. По оси абсцисс—величина $\frac{I_{1,2} + I_{3,4}}{I_{5,6}}$, по оси ординат—число ливней с соответствующими значениями величины $\frac{I_{1,2} + I_{3,4}}{I_{5,6}}$ (в относительных единицах).



Фиг. 2. Зависимость среднего значения величины $\frac{I_{1,2} + I_{3,4}}{I_{5,6}}$ от величины m .

метра m) (фиг. 2). Чем меньше m , тем меньше эффективный слой атмосферы, в котором генерируются м. а. л. ⁽¹⁾, т. е. тем меньше должны расходиться я.-а. частицы, тем больший поток энергии я.-а. компоненты должен падать на установку. Фиг. 2 показывает, что в я.-а. частицах, проходящих мимо установки, заключена малая доля энергии от той, которая регистрируется установкой.

В ряде случаев ионизация в рядах I—II и III—IV вызывалась не одной, а несколькими я.-а. частицами. Это было видно из распределения ионизации по камерам—оно имело несколько четких максимумов. Поэтому мы подсчитали, какой вклад в суммарную ионизацию вносит одна наиболее энергичная частица (которую мы отождествляли с наибольшим максимумом при нескольких максимумах и со всей ионизацией при одном максимуме). Оказалось, что $\leq 60\%$ ионизации

(подсчет велся по II ряду) создается, в среднем, одиночной я.-а. частицей.

Как было отмечено выше, $\frac{I_{1,2} + I_{3,4}}{I_{5,6}} = \frac{E_{\pi}(210 \text{ г/см}^2) + E_{\pi}(60 \text{ г/см}^2)}{E_{\text{э.-ф.}}}$

Но, вообще говоря, я.-а. частицы с энергией $E_{\text{я.-а.}}$ в фильтрах установки передают π^0 -мезонам лишь часть своей энергии. Поэтому

$\frac{E_{\text{я.-а.}}}{E_{\text{э.-ф.}}} = a \frac{I_{1,2} + I_{3,4}}{I_{5,6}}$, где a — некоторый коэффициент, больший 1.

Чтобы вычислить коэффициент a , необходимо сделать определенные предположения о средних характеристиках взаимодействия я.-а. частиц с атомными ядрами фильтров установки (углеродом и свинцом). Мы считали, что пробеги для взаимодействия я.-а. частиц, вне зависимости от их природы, равны 85 г/см^2 в графите и 300 г/см^2 в свинце. Также предполагалось, что пионы, в среднем, при взаимодействии $1/3$ своей энергии передают π^0 -мезонам, а нуклоны — $1/3 \bar{K}_n$, где $\bar{K}_n$ — средний коэффициент неупругости взаимодействия нуклонов. Как показали расчеты, для случая нашей установки, коэффициент a не превышает значения 2,24 (вне зависимости от природы ядерно-активных частиц (нуклоны, $\pi^\pm$ -мезоны) и при коэффициенте неупругости в графите, равном 0,5 и 1; и коэффициенте неупругости в свинце, равном 0,5 и 1). Таким образом, $\frac{E_{\text{я.-а.}}}{E_{\text{э.-ф.}}} \leq 0,30 \pm 0,05$.

Однако возможно, что эта величина нуждается в введении еще одной поправки на поглощение э.-ф. компоненты в толстом слое графита в 210 г/см^2 . Как показывают расчеты, учет этого эффекта

приводит к тому, что $\frac{I_{1,2} + I_{3,4}}{I_{5,6}} \leq 0,205 \pm 0,038$ и $\frac{E_{\text{я.-а.}}}{E_{\text{э.-ф.}}} \leq 0,45 \pm 0,08$.

Иными словами, я.-а. частицы, входящие в состав м. а. л., в среднем, имеют энергию не более $(31 \pm 6)\%$ от энергии E_0 той „первичной“ частицы, взаимодействие которой в атмосфере привело к образованию м. а. л. Так как наиболее энергичная я.-а. частица имеет энергию, в среднем, не более $0,6 \bar{E}_{\text{я.-а.}}$, то, отождествляя ее с нуклоном, мы можем утверждать, что средняя энергия нуклонов в регистрируемых м. а. л. не превышает $(0,19 \pm 0,03) E_0$.

Как показывают расчеты, вышеприведенное экспериментально полученное значение $\frac{E_{\text{я.-а.}}}{E_{\text{э.-ф.}}}$ никаким образом нельзя объяснить, предположив, что в основе образования м. а. л. лежат стандартные взаимодействия, характеризуемые средним коэффициентом неупругости $\bar{K} = 0,5$.

Как мы показали, $\frac{E_{\text{нукл.}}}{E_0} \leq 0,19 \pm 0,3$. Следовательно, нуклон в пределах эффективного слоя при генерации м. а. л. теряет, в среднем, не менее $(81 \pm 3)\%$ своей энергии.

Из этого факта следует, что в генерации м. а. л. процессы распада гиперонов или изобар на π^0 -мезон высокой энергии и нуклон не играют сколько-нибудь значительной роли, так как, согласно, расчетам, при распаде гиперонов или изобар, нуклон, в среднем, уносит $\approx 70\%$ энергии „первичной“ частицы. (Как показывают расчеты, роль процессов распада гиперонов и изобар не превышает 10%).

Возникает весьма важный вопрос, в какой мере средняя потеря энергии ($\sim 80\%$) может быть отнесена к одному акту взаимодействия и какую роль играют последовательные взаимодействия в пределах эффективного слоя $X_{эфф.}$ генерации м. а. л. (по нашим оценкам $X_{эфф.} \leq 120 \text{ г/см}^2$).

Рассмотрим следующую модель генерации.

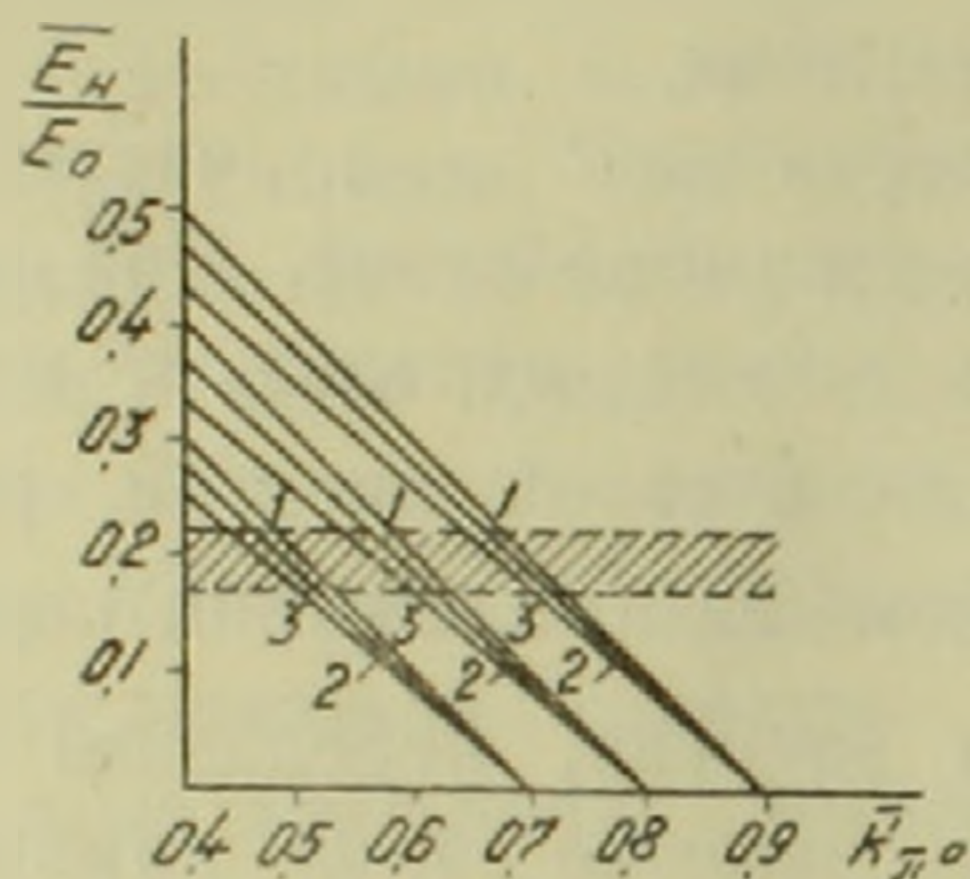
В пределах слоя $X_{эфф.}$ нуклон („первичная“ я.-а. частица, генерирующая м. а. л.) может испытать n взаимодействий. При каждом взаимодействии с вероятностью w он может передать π^0 -мезонам долю $\bar{K}_{\pi^0}$ своей энергии, а $\pi^\pm$ -мезонам — долю своей энергии, равную $\bar{K}_{\pi^\pm}$. Образовавшиеся $\pi^\pm$ -мезоны в каждом взаимодействии передают π^0 -мезонам $1/3$ своей энергии. Суммарная энергия, переданная π^0 -мезонам, $E_{\pi^0} = a_{\pi^0}(n) E_0$ принималась за энергию э.-ф. компоненты м. а. л. По этой модели были рассчитаны средние значения $\frac{\overline{E_{укл.}}}{E_0}$ и

$\frac{\overline{E_{я.-а.}}}{E_0}$ для разных значений $\bar{K}_{\pi^0}$, $\bar{K}_{\pi^\pm}$ и w . Результаты расчета приведены на фиг. 3 и 4. Из фиг. 3 видно, что для того, чтобы после образования молодого атмосферного ливня у нуклона оставалась, в среднем, доля энергии $\frac{\overline{E_{нукл.}}}{E_0} \leq 0,19 \pm 0,03$, необходимо, чтобы взаимодействие, лежащее в основе генерации м. а. л., обладало коэффициентом неупругости $\bar{K} = \bar{K}_{\pi^0} + \bar{K}_{\pi^\pm} \geq 0,78 \pm 0,04$. Как видно из фиг. 4, чтобы при заданном $\bar{K} \geq 0,78 \pm 0,04$, $\frac{\overline{E_{я.-а.}}}{E_0} \leq 0,31 \pm 0,06$, необходимо, чтобы уже $\bar{K}_{\pi^0} > 0,6$.

Непосредственные расчеты показывают, что при $\bar{K}_{\pi^0} = 0,6$, $w = 0,3$ и $\bar{K}_{\pi^\pm} = 0,3 \sim 80\%$ м. а. л. образуются в результате одного взаимодействия генерирующей частицы в слое $X_{эфф.} = 120 \text{ г/см}^2$. В действительности, $w < 0,3$, так как $w\bar{K}_{\pi^0} < 0,19$. Поэтому доля м. а. л., генерируемых в одном взаимодействии, будет больше 80% . Следовательно, полученное ранее значение $\frac{\overline{E_{я.-а.}}}{E_0} \leq 0,31 \pm 0,06$ относится, в среднем, к одному акту взаимодействия, т. е. $\bar{K}_{\pi^0} \geq 0,69 \pm 0,06$. Эта оценка средней доли энергии, передаваемой π^0 -мезонам во взаимодействиях, ответственных за образование м. а. л., полученная из среднего потока энергии я.-а. компоненты м. а. л., хорошо согласуется с оценкой

величины $\overline{K_{\pi^0}} \geq 0,63$, полученной из анализа характеристик э.-ф. компоненты м. а. л., проведенного нами.

Можно оценить вклад процессов, ответственных за образование м. а. л., в общие потери энергии нуклонов на образование π^0 -мезонов. Считая, что при взаимодействии с легкими ядрами пионы, в среднем, $1/3$ своей энергии передают π^0 -мезонам, мы получили, что при $L_n = 109 \text{ г/см}^2$, $L_v = 85 \text{ г/см}^2$, π^0 -мезоны получают в слое $X_{\text{эфф.}} = 120 \text{ г/см}^2$ энергию $1,37 \cdot 10^4 \text{ эв см}^{-2} \text{ сек}^{-1} \text{ стер}^{-1}$. Сравнив эту величину с $E_{\text{э.-ф. м. а. л. эксп.}} = (6,3 \pm 0,9) \cdot 10^3 \text{ эв см}^{-2} \text{ сек}^{-1} \text{ стер}^{-1}$, мы видим, что в процессах, ответственных за образование м. а. л., теряется на



Фиг. 3. Расчет величины $\frac{E_n}{E_0}$.

По оси абсцисс—величина $\overline{K_{\pi^0}}$, по

оси ординат—величина $\frac{E_n}{E_0}$. Ниж-

нее семейство прямых — $\overline{K_{\pi^0}} = 0,3$.

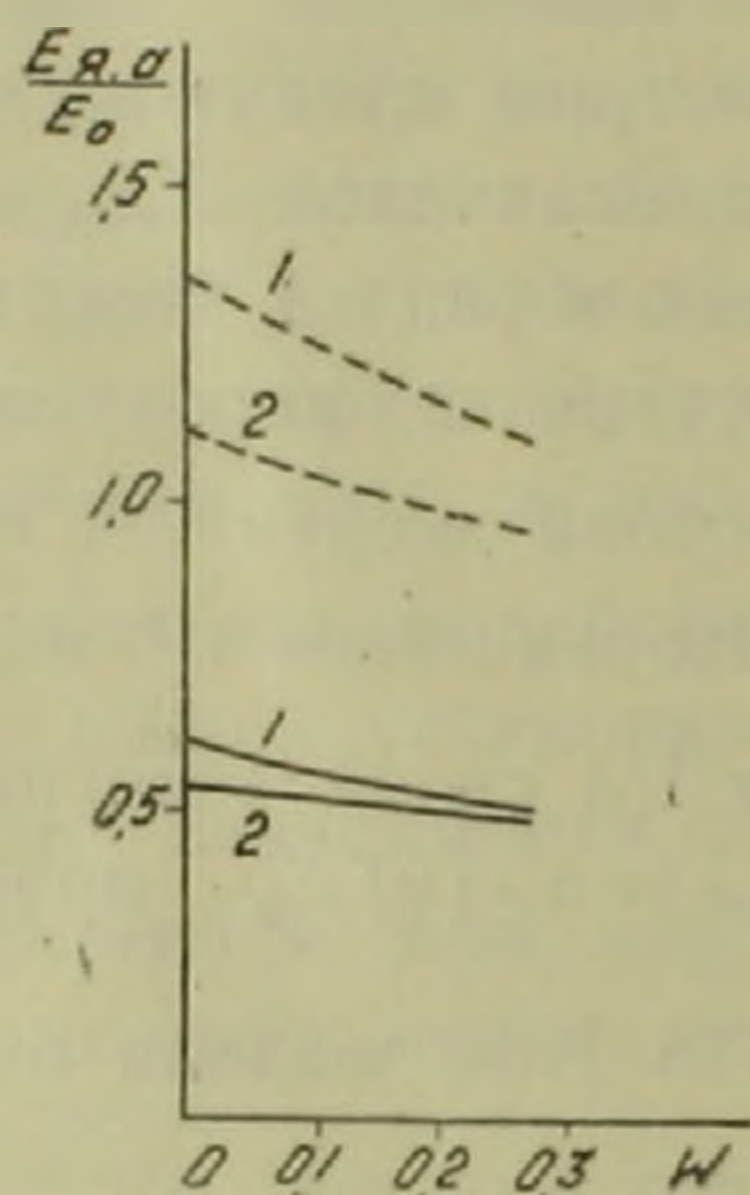
Среднее семейство прямых —

$\overline{K_{\pi^0}} = 0,2$. Верхнее семейство

прямых — $\overline{K_{\pi^0}} = 0,1$. Индекс

1 — $w = 0,01$; 2 — $w = 0,1$; 3 — $w = 0,2$.

Заштрихованная полоса—эксперимент.



Фиг. 4. Расчет величины $\frac{E_{\text{я.а.}}}{E_0}$.

По оси абсцисс—величина w ; по

оси ординат—величина $\frac{E_{\text{я.а.}}}{E_0}$.

Пунктирные линии — $\overline{K_{\pi^0}} = 0,4$;

сплошные линии — $\overline{K_{\pi^0}} = 0,6$. Ин-

декс 1 — $\overline{K_{\pi^0}} = 0,1$; 2 — $\overline{K_{\pi^0}} = 0,4$.

энергию π^0 -мезонов около 45% всей энергии, теряемой на образование π^0 -мезонов во всех взаимодействиях. Если средние потери энергии нуклонов при взаимодействии с ядрами атомов воздуха равны $\overline{K_n}$, то на образование π^0 -мезонов, в среднем, нуклоны теряют долю своей энергии, равную $1/3 \overline{K_n}$. В процессах, подобных генерации м. а. л., в среднем, в одном акте нуклоны теряют на образование π^0 -мезонов долю своей энергии $\overline{K_{\pi^0}}$, а такие взаимодействия происходят с вероятностью w . Так как вклад этих процессов в общие потери энергии на образование π^0 -мезонов $\geq 45\%$, то $w \overline{K_{\pi^0}} \geq 0,45 \cdot 1/3 \overline{K_n} \approx 0,15 \overline{K_n}$. Так как $\overline{K_{\pi^0}} \approx 0,7$, то при $\overline{K_n} = 0,5 \div 0,6$ [4], $w \geq 0,11 \div 0,13$. Из частоты генерации м. а. л. мы нашли, что $w \leq 0,27$, следовательно, $0,09 \leq w \leq 0,27$.

Таким образом, изучение я.-а. компоненты молодых атмосферных ливней показывает, что при энергии я.-а. частиц $E_0 > 1,7 \cdot 10^{12}$ эв. существуют и реализуются с вероятностью $0,11 \leq w \leq 0,27$ взаимодействия с почти полной неупругостью ($\bar{k} \approx 1$) и передачей в одном акте π^0 -мезонам $\sim 70\%$ энергии „первичной“ частицы. Эти взаимодействия вносят существенный вклад, $> 45\%$, в общие потери энергии на образование π^0 -мезонов.

Более подробный анализ характеристик взаимодействий с большой степенью неупругости приведен в двух статьях, находящихся в печати (ЖЭТФ).

Ереванский институт физики ГКАЭ,
НИИЯФ МГУ, Ереванский государственный университет

Խ. Պ. ԲԱԲԱՅԱՆ, Ն. Լ. ԳՐԻԳՈՐՈՎ, Է. Ա. ՄԱՄԻԶԱՆՅԱՆ ԵՎ Վ. Յ. ՇԵՍՏՈՊԵՐՈՎ

Բարձր էներգիայով օժտված միջուկային ակտիվ մասնիկների գրեթե լրիվ ոչ առանգական փոխազդեցությունները բերկ առումային միջուկների հետ

Երիտասարդ մթնոլորտային հեղեղների միջուկային ակտիվ կոմպոնենտի ուսումնասիրությունը ծովի մակերևույթից 3200 մ. բարձրության վրա, հնարավորություն է տալիս որոշելու, որ բարձր էներգիայով օժտված ($> 2 \cdot 10^{12}$ է. վ.) միջուկային ակտիվ մասնիկների և օդի ատոմների միջուկների միջև տեղի է ունենում գրեթե լրիվ ոչ առանգական փոխազդեցություններ ($\bar{k} \sim 1$)։ Չնահատված է այդպիսի փոխազդեցությունների հաճախականությունը։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Н. Л. Григоров, М. А. Кондратьева, А. И. Савельева, В. А. Собиняков, А. В. Подгурская, В. А. Шестоперов, Труды Международной конференции по космическим лучам, М., 1960, 1, стр. 122. ² Х. П. Бабаян, Я. С. Бабецки, Н. Г. Бояджян, З. А. Буя, Н. Л. Григоров, Е. С. Лоскевич, Э. А. Мамиджаниян, Е. И. Массальский, А. А. Олесь, Г. А. Третьякова и В. Я. Шестоперов, Изв. АН СССР, сер. физ. 26, 558, 1962. ³ Я. С. Бабецки, З. А. Буя, Н. Л. Григоров, Е. С. Лоскевич, Е. И. Массальский, А. А. Олесь, В. Я. Шестоперов, ЖЭТФ, 40, 6, 1551, 1961. ⁴ М. Шайн, Д. М. Хаскин, Е. Лорман, М. В. Тойхер, Труды Международной конференции по космическим лучам, М., 1960, 1, стр. 7.

АСТРОФИЗИКА

Э. В. Чубарян

Некоторые свойства вещества при плотностях ниже ядерной

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Н. М. Кочаряном 9/IX 1963)

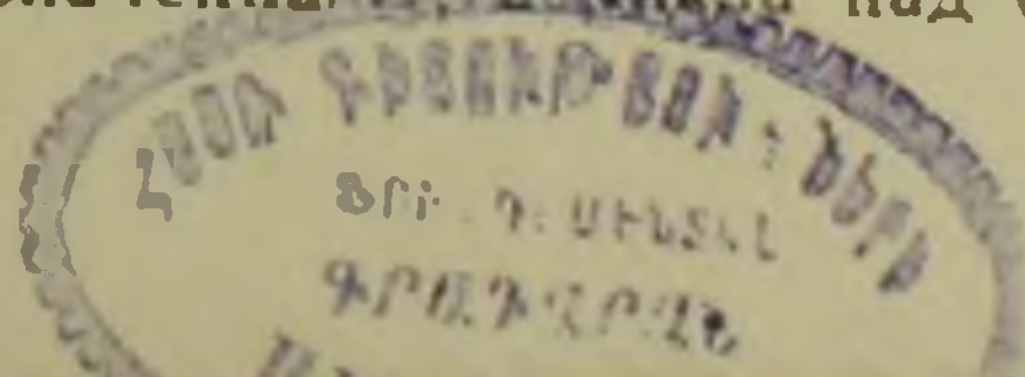
Состояние вещества при плотностях выше ядерной исследовалось в работах (1-3). В настоящей работе исследуются свойства вещества при плотностях ниже ядерной и температурах значительно ниже температуры вырождения. Некоторые важные свойства вещества в этой области были исследованы в работах (3-4). Так, было показано, что в рассматриваемой области плотностей состояние вещества испытывает три основных фазовых превращения. При плотностях чуть ниже ядерной вещество состоит из ядер, электронов, нейтронов и протонов, „*preA*“ фаза. Далее, при $\rho = 6.1 \cdot 10^{13} \text{ г/см}^3$ протоны исчезают, начинается „*neA*“ фаза. В этой фазе концентрации ядер и электронов остаются постоянными, уменьшение плотности вещества происходит лишь за счет уменьшения концентрации нейтронов. Наконец, при $\rho \approx 2.5 \cdot 10^{11} \text{ г/см}^3$ исчезают нейтроны, наступает электронно-ядерная „*Ae*“ фаза.

1. В этой фазе свойства атомных ядер из-за наличия в среде вырожденного электронного газа отличаются от свойств ядер в обычных условиях. Ядра с нормальным отношением числа нейтронов к числу протонов оказываются нестабильными по отношению к процессу обратного β -распада, поэтому на границе раздела „*Ae*“ и „*neA*“ фаз отношение A/Z оказывается достаточно большим. При уменьшении плотности граничная энергия электронов E_e уменьшается и отношение A/Z стремится к своему нормальному значению.

Для каждого ядра зависимость A/Z от E_e можно установить исходя из полуэмпирической формулы Вайцекера. При граничной энергии электронов $E_e < \epsilon_\beta$ (ϵ_β — энергия, выделяемая при переходе $Z \rightarrow Z + 1$) ядро с номером Z становится нестабильным и превращается в ядро с номером $Z + 1$. Для иллюстрации приведем цепочку β превращений для ядра с $A = 57$

$$A_9 \xrightarrow{61.0} A_{10} \xrightarrow{57.3} A_{11} \cdots A_{15} \xrightarrow{38.8} A_{16} \xrightarrow{35.1} A_{17} \cdots A_{24} \xrightarrow{5.56} A_{25} \xrightarrow{1.9} A_{26}, \quad (1)$$

где индексами при A обозначены значения Z , а числа над стрелками



представляют энергии β - переходов $Z \rightarrow Z + 1$. Зависимость A/Z от E_e представляет собой ступенчатую кривую, разную для разных ядер. Эти линии для разных ядер располагаются сравнительно близко друг от друга. Поэтому в расчетах звездных конфигураций со сложным химическим составом вещества оказывается удобным эти ступенчатые кривые заменить некоторой непрерывной линией

$$\frac{A}{Z} = 2 + 1.255 \cdot 10^{-2} x + 1.755 \cdot 10^{-5} x^2 + 1.376 \cdot 10^{-6} x^3, \quad (2)$$

где $x = p_e/m_e c$. Эта формула является хорошим приближением для средних ядер. Как видно из формулы, у порога появления фазы „ neA “, где $x \sim 45$ Mev, $A/Z = 2,8$.

2. Другой особенностью ядер при больших плотностях является образование тяжелых ядер путем слияния легких благодаря туннельному эффекту. Вопросы, связанные с такими реакциями, исследовались в [5-8]. Здесь мы дадим более последовательное рассмотрение этого вопроса. Так как мы изучаем свойства вещества при абсолютном нуле, то необходимо рассматривать только экзотермические реакции.

Для расчета вероятности реакции выберем определенную модель потенциала. Примем, что вся среда разделена на сферические нейтральные ячейки, состоящие из атомного ядра, совершающего нулевые колебания относительно фиксированных точек равновесия, и электронного облака, распределенного с постоянной плотностью. Строго говоря, плотность заряда электронного облака в ячейке не является постоянной. Но не трудно видеть, что из-за размазанности заряда ядра отклонения от равномерного распределения несущественны. Из условия нейтральности для радиуса ячейки имеем

$$R = \left(\frac{3Z}{4\pi} \right)^{1/3} \frac{a}{\rho_e}, \quad (3)$$

где $a = (3\pi^2)^{1/3} \hbar$, ρ_e — граничный импульс Ферми для электронов, Z — заряд ядра.

Энергия взаимодействия ядра с электронами своей ячейки равна

$$V = -\frac{3}{2} \frac{Z^2 e^2}{R} + \frac{Z^2 e^2}{2R^3} r^2, \quad (4)$$

где r — расстояние ядра от центра ячейки. Из (4) видно, что ядро находится в осцилляторной потенциальной яме и колеблется с частотой (5)

$$\omega = \frac{Ze}{m_A^{1/2} R^{3/2}}, \quad (5)$$

m_A — масса ядра. Вследствие этих колебаний может происходить слияние ядер даже при абсолютном нуле.

Для вычисления вероятности реакции рассмотрим две соседние ячейки с зарядами Z_1 и Z_2 , причем $Z_1 < Z_2$ (фиг. 1). Для потенциальной энергии первого ядра имеем

$$V(r) = \begin{cases} -\frac{3}{2} \frac{Z_1^2 e^2}{R_1} + \frac{Z_1^2 e^2}{R_1^3} r^2 + \frac{Z_1 Z_2 e^2}{s-r} - \frac{Z_1 Z_2 e^2}{|\vec{r} - \vec{l}|}, & \text{при } r < \frac{R_1}{\cos \theta} \quad (a) \\ -\frac{3}{2} \frac{Z_1 Z_2 e^2}{R_2} + \frac{Z_1 Z_2 e^2}{2R_2^3} |\vec{r} - \vec{l}|^2 - \frac{Z_1^2 e^2}{r} + \frac{Z_1 Z_2 e^2}{s-r}, & \text{при } r > \frac{R_1}{\cos \theta} \quad (b) \end{cases} \quad (6)$$

Здесь не учитывается взаимодействие с остальными ячейками. С потенциалом (6) не удастся довести расчет вероятности реакции до конца, поэтому сделаем ряд упрощений, которые не вносят существенных изменений в значение вероятности реакции. Так, в (6a) можно отбросить последние два члена, т. е. пренебречь взаимодействием первого ядра со второй ячейкой, пока оно находится в своей ячейке. Кроме того, в (6b) произведем усреднение в тех членах, от которых зависимость коэффициента прохождения не очень существенна, заменим $|\vec{r} - \vec{l}|$ и r их средним значением. Тогда энергию взаимодействия можно представить в виде

$$V(r) = \begin{cases} -\frac{3}{2} \frac{Z_1^2 e^2}{R_1} + \frac{Z_1^2 e^2}{2R_1^3} r^2 & \text{при } r \leq \frac{R_1}{\cos \theta} \\ V_0 + \frac{Z_1 Z_2 e^2}{s-r} & \text{при } r \geq \frac{R_1}{\cos \theta}, \end{cases} \quad (7)$$

где

$$V_0 = -\frac{3}{2} \frac{Z_1 Z_2 e^2}{R_2} + \frac{Z_1 Z_2 e^2}{2R_2^3} \overline{(\vec{r} - \vec{l})^2} - \frac{Z_1^2 e^2}{\bar{r}},$$

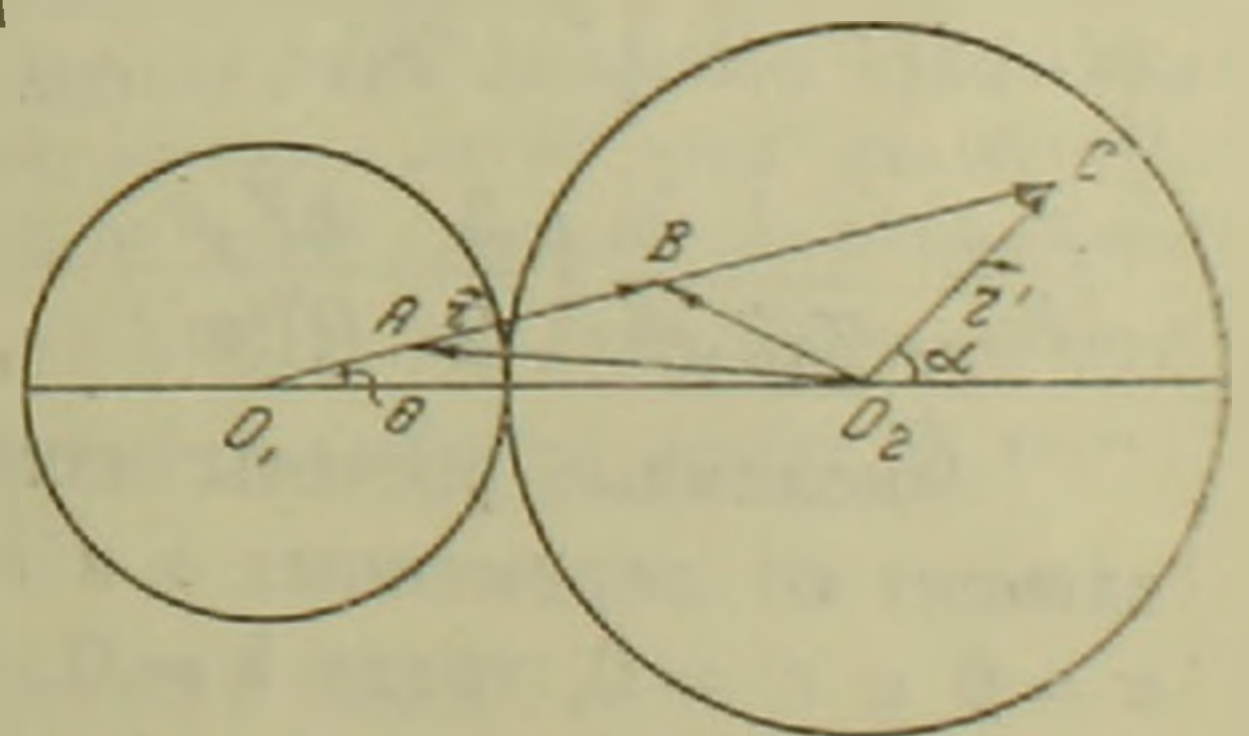
В численных расчетах было принято $\bar{r} = R_1 + R_2/2$; $\overline{|\vec{r} - \vec{l}|} = R_2/2$. Вероятность прохождения первого ядра из первой ячейки во вторую в некотором направлении, определяемом углом θ , равна

$$-\frac{\sin \theta d\theta}{2} \frac{\omega_1}{2\pi} \exp \left[-\frac{2}{h} V \sqrt{2m_1} l(s, \theta) \right].$$

Здесь m_1 и ω_1 масса и частота колебаний первого ядра, а

$$l(s, \theta) = \int_{a_1}^{s-r_0} \sqrt{V(r) - E_1} dr,$$

где $E_1 = 3\hbar\omega_1/2 - 3Z_1^2 e^2/2R_1$ — энергия основного состояния осциллятора, a_1 — расстояние, где $E_1 = V(a_1)$ (амплитуда колебаний первого ядра)



Фиг. 1. К расчету туннельного эффекта. $O_1 O_2 = R_1 + R_2 = l$, $O_1 C = s$, $O_2 C = r'$. Точки $A(r)$ и $B(r')$ некоторые точки по пути следования первого ядра по направлению $O_1 C$. C — точка встречи двух ядер.

$$a_1 = \left(\frac{3h}{Z_1 l} \right)^{1/2} \left(\frac{R_1^3}{m_1} \right)^{1/4},$$

а r_0 — величина порядка суммы радиусов двух ядер

$$r_0 = 1.2 \cdot 10^{-13} (A_1^{1/3} + A_2^{1/3}) \text{ см.}$$

Вероятность нахождения второго ядра в некоторой точке C равна

$$\frac{1}{a_2^3 \pi^{3/2}} \exp \left(-\frac{r'^2}{a_2^2} \right) r'^2 dr' \sin \alpha d\alpha,$$

где $a_2 = (3h/m_2 \omega_2)^{1/2}$ амплитуда колебаний второго осциллятора, m_2 и ω_2 его масса и частота. Тогда для вероятности встречи двух ядер в произвольной точке C второй ячейки и их последующего слияния в одно ядро получаем

$$w = n \frac{\omega_1}{4\pi} \frac{\sigma}{a_2^3 \pi^{3/2}} \int \exp \left[-\frac{r'^2}{a_2^2} - \frac{2\sqrt{2m_1}}{h} I(s, \theta) \right] \cdot$$

$$\delta \left(\theta - \arcsin \frac{r' \sin \alpha}{\sqrt{l^2 + r'^2 + 2lr' \cos \alpha}} \right) r'^2 dr' \sin \alpha \sin \theta d\alpha d\theta. \quad (7)$$

Здесь σ — вероятность того, что после столкновения двух ядер образуется сложное ядро, n — число ячеек, касающихся первой. Интегрируя (7) по θ , получаем

$$w = \frac{n\omega_1\sigma}{4\pi^{1/2} a_2^3} \int \frac{r'^3 dr' \sin^2 \alpha d\alpha}{\sqrt{l^2 + r'^2 + 2lr' \cos \alpha}} \exp \left[-\frac{r'^2}{a_2^2} - \frac{2\sqrt{2m_1}}{h} I(s, \theta) \right], \quad (8)$$

где

$$I(s, \theta) = \frac{Z_1 e}{(2R_1)^{1/2}} \left[\frac{R_1}{\cos \theta} \sqrt{\frac{R_1^2}{\cos^2 \theta} - a_1^2} - a_1^2 \ln \frac{R_1 + \sqrt{R_1^2 - a_1^2 \cos^2 \theta}}{a_1 \cos \theta} \right] +$$

$$+ \left(\frac{Z_1 Z_2 e^2}{b_1} \right)^{1/2} \left[\arcsin \sqrt{b_1 \left(s - \frac{R_1}{\cos \theta} \right)} + \right.$$

$$\left. + \sqrt{b_1 \left(s - \frac{R_1}{\cos \theta} \right) - b_1^2 \left(s - \frac{R_1}{\cos \theta} \right)^2 - 2\sqrt{b_1} r_0} \right], \quad (9)$$

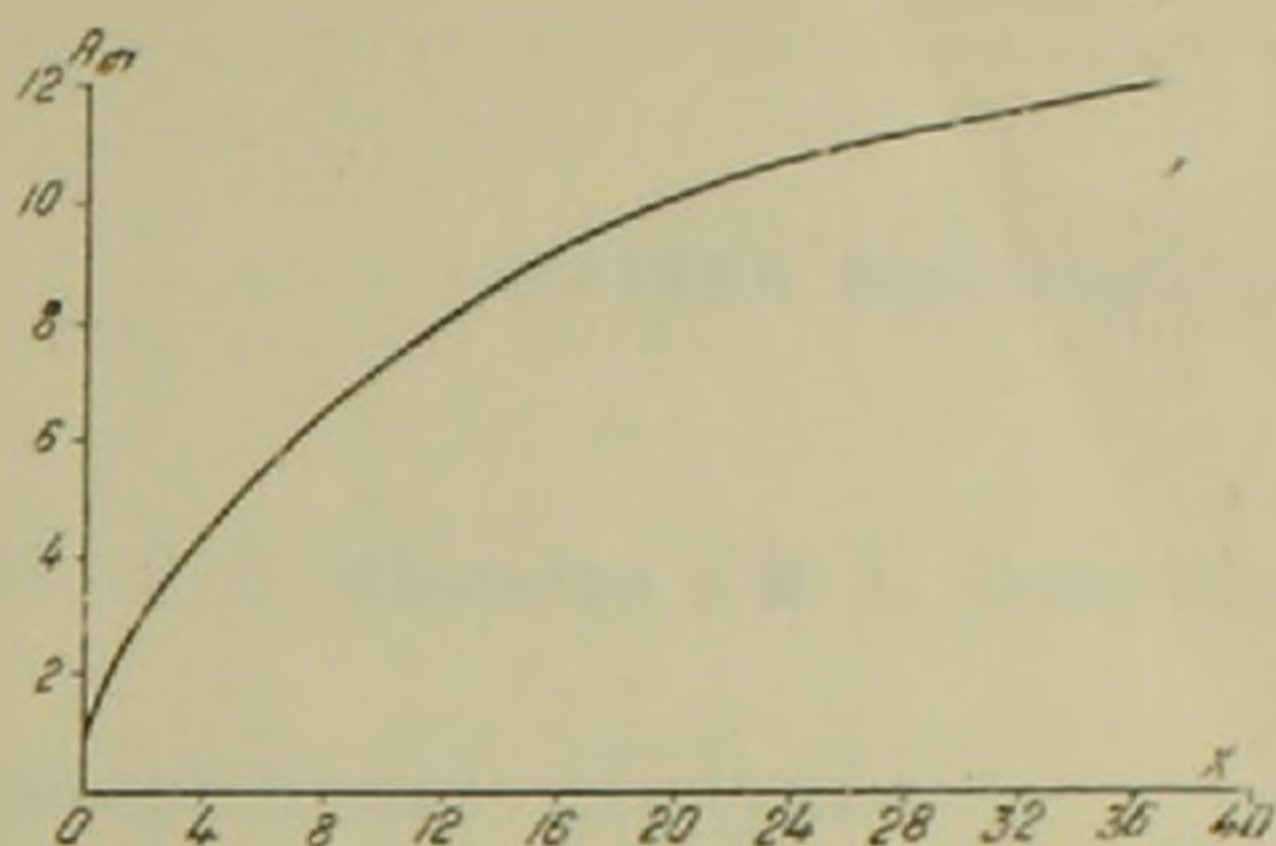
$$b_1 = \frac{1}{Z_1 Z_2 e^2} \left(\frac{3}{2} \frac{h Z_1 e}{R_1^{1/2} m_1^{1/2}} - V_0 \right) \quad \text{и} \quad \theta = \arcsin \frac{r' \sin \alpha}{\sqrt{l^2 + r'^2 + 2lr' \cos \alpha}}.$$

Численные расчеты показывают, что функция $I(s, \theta)$ очень слабо зависит от переменных α и r' . Поэтому при расчетах можно принять $\alpha = 0$ и $r' = 0$, тогда $\theta = 0$, $s = l$ и $I \equiv I_0(l, 0)$. Учитывая также, что r' мало по сравнению с l , и ограничиваясь первыми двумя членами разложения выражения $(l^2 + r'^2 + 2lr' \cos \alpha)^{-1/2}$ в ряд по степеням r'/l , окончательно для вероятности реакции находим

$$w = \frac{n\omega_1\sigma}{16\pi^{1/2}} \frac{a_2}{l} \exp \left(-\frac{2}{h} \sqrt{2m_1} I_0 \right), \quad (10)$$

где I_0 определяется формулой (9) с $\theta = 0$ и $s = l$.

Результаты численных расчетов приведены на фиг. 2. По оси абсцисс отложен параметр $x = \rho_e / m_e c$, а по оси ординат минимальное значение A_m — массового числа ядра, которое может существовать в среде при заданной плотности. Время жизни ядер бралось порядка 10^6 — 10^9 лет (укажем, что при незначительном изменении плотности вещества вероятность и тем самым время жизни испытывают большие изменения). Как видно из рисунка, водород исчезает из состава вещества при плотностях $\rho \approx 3 \cdot 10^3$ г/см³ ($x = 0.145$), He_2^4 при $\rho \approx 7.2 \cdot 10^7$ ($x = 0.783$), B_5^{11} при $\rho \approx 3.95 \cdot 10^{10}$ г/см³ ($x = 26.4$) и, наконец, при граничной энергии электронов среды $E_e > 20$ Мев ($x > 40$) в веществе продолжительное время могут существовать лишь ядра с $A > 12$.



Фиг. 2. Зависимость наименьшего значения массового числа ядра A_m от параметра $x = \rho_e / m_e c$. Точки области выше кривой $A_m = A_m(x)$ представляют устойчивые (относительно туннельного эффекта) ядра, а под кривой — неустойчивые.

В заключение выражаю благодарность Г. С. Саакяну за постановку задачи и ряд ценных замечаний и Ю. Л. Вартаняну за многочисленные обсуждения.

ЦНИ физико-техническая лаборатория
Академии наук Армянской ССР

Է. Վ. ՉՈՒԲԱՐՅԱՆ

Նյութի սոսե հատկությունները միջուկայինից ցածր խտությունների դեպքում

Աշխատանքում ուսումնասիրվում են նյութի հատկությունները միջուկայինից փոքր խտությունների դեպքում և բացարձակ զրո ջերմաստիճանում: Յուրյց է տրվում, որ երբ $\rho \approx 2.6 \cdot 10^{11}$ գ/սմ³, նյութը բաղկացած է միջուկներից և ալլասերված էլեկտրոնային գազից՝ ընդ որում միջուկի A մասսայի թվի և Z լիցքի հարաբերությունը կախված է խտությունից: Հետազոտված է նաև թունելային էֆեկտի միջոցով թեթև միջուկների միացումից ծանր միջուկների առաջացման հարցը: Ցույց է տրված, որ երբ $\rho \approx 3 \cdot 10^3$ գ/սմ³ ($x = 0.145$), նյութի կազմից անհետանում է ջրածինը, երբ $\rho \approx 7.2 \cdot 10^7$ գ/սմ³ ($x = 0.783$), անհետանում է He_2^4 , երբ $\rho \approx 3.95 \cdot 10^{10}$ գ/սմ³ ($x = 26.4$) անհետանում է B_5^{11} , իսկ երբ էլեկտրոնների առմանային էներգիան $E_e > 20$ Мев միջավայրում տեղական ժամանակ կարող են գոյություն ունենալ այն միջուկները, որոնց համար $A > 12$:

ЛИТЕРАТУРА — ՓՐԱՇԱՀԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ В. А. Амбарцумян и Г. С. Саакян, Астроном. ж. 37, 193, 1960. ² Г. С. Саакян, Докторская диссертация, ФИАН, 1963. ³ Г. С. Саакян и Ю. Л. Вартанян, Сообщения Бюраканской обсерватории (33,55), 1963. ⁴ Г. С. Саакян и Э. В. Чубарян, Сообщения Бюраканской обсерватории (в печати), 1963. ⁵ Д. А. Киржниц, ЖЭТФ, 37, 503, 1960. ⁶ Е. Е. Солпитер, Ар. J. 134, 669, 1961. ⁷ Я. Б. Зельдович, ЖЭТФ, 33, 991, 1957. ⁸ А. Камерон, Ар. J. 130, 916, 1959.

ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ

Н. М. Кочарян, чл.- корр. АН Армянской ССР, М. Е. Мовсесян и К. А. Асланян

**Исследование старения хлоропреновых каучуков
 методом инфракрасной спектроскопии**

(Представлено 13/IX1963)

Действие света, высокой температуры, радиации, особенно при наличии кислорода в окружающей среде, приводят к изменению химического состава, к старению полимерных веществ.

Исследование инфракрасных спектров поглощения исходного и состаренного полимера позволяет судить о структурных и химических изменениях в полимерных молекулах. Этот метод дает также возможность обнаружить промежуточные образования, если время жизни таких велико по сравнению с временем, необходимым для регистрации спектра.

В работах по спектроскопическому изучению старения высокомолекулярных материалов (¹⁻³) доказано образование О—Н и С—О групп, которые, по-видимому, являются первыми основными признаками старения. Авторами работ (^{1,4}) наблюдаются деструкция и сшивание полимеров.

В известной нам литературе изучению спектров полихлоропренового каучука посвящена работа Кёсслер, Матыска и Полачека (⁵).

В этой работе исследовано термическое старение полихлоропрена при температурах от 80 до 140°С в среде кислорода и азота. Авторы нашли, что при окислении полихлоропрена происходит одновременно и структурирование и сокращение полимерных цепей. Содержание высокомолекулярной фракции при старении на воздухе и увеличении температуры растет, появляется карбонильная и карбоксильная связь и увеличивается число С—С сопряженных связей.

В этом сообщении приводятся только некоторые предварительные результаты по влиянию света и температуры на некоторые типы полихлоропреновых каучуков.

Наблюдения показали, что растворы каучука на свету быстро изменяют свою окраску. Тогда как в темноте эти же растворы остаются практически неизменными. Это побудило изучение старения каучуков и в растворе. По-видимому, такое старение сильно зависит и от растворителя.

Мы здесь приведем только некоторые данные по старению каучуков в растворе четыреххлористого углерода.

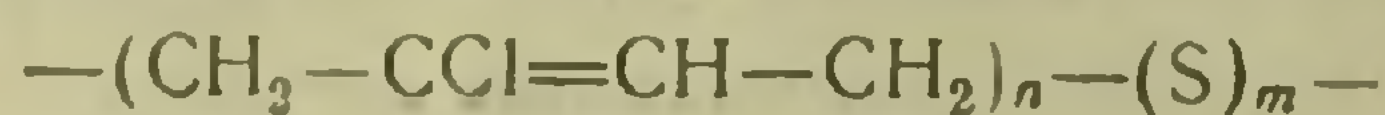
Измерения проводились на спектрометре ИКС-12 с призмой NaCl. Относительное пропускание для каждой частоты определялось по двум измерениям (с веществом и без вещества). Частоты определялись с помощью градуировочной кривой. Изучены спектры в области 1570—1750 см^{-1} .

1. Исследовалось старение каучука в комнате под солнцем.
2. Термостарение пленок каучуков.
3. Старение каучуков в растворе на свету в комнате (температура раствора 23°C).

Образцы исследовались в виде пленок, которые готовились испарением раствора каучука в CCl_4 над ртутной поверхностью в темноте. Толщина пленок составляла 20—30 μ .

Были изучены полихлоропреновые каучуки:

1. „Наирит“, вырабатываемый эмульсионной полимеризацией хлоропрена совместно с серой („наирит серный“)

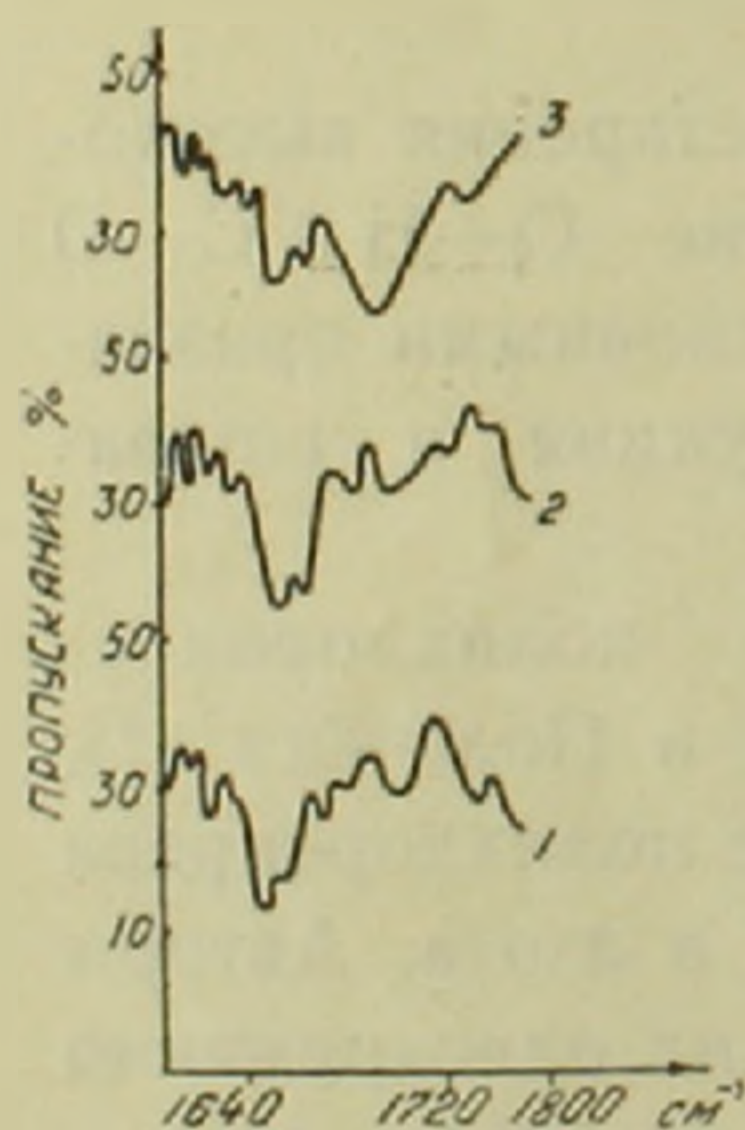


m — изменяется до 6 —

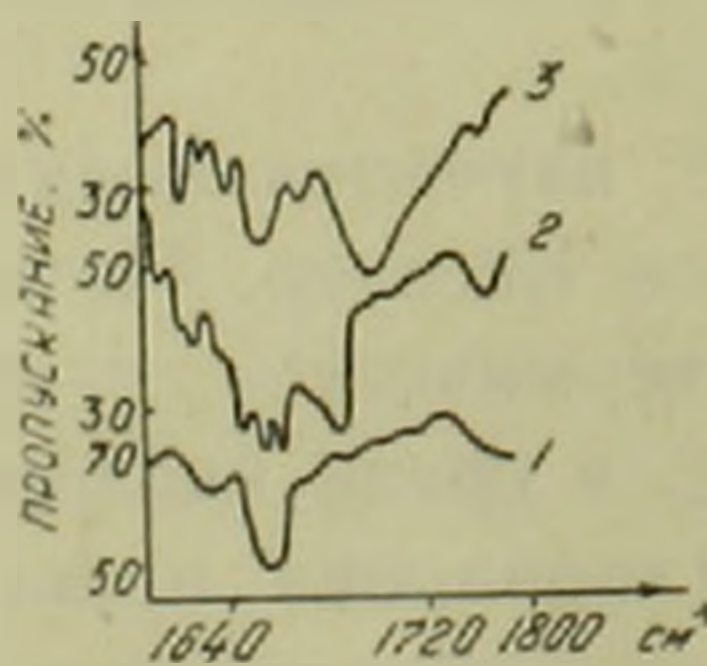
n — изменяется до 100

2. „Наирит π “, полученный с помощью меркаптанового регулятора.

1. Старение пленок каучуков „наирит“ под солнцем. При старении в течение 80 часов под солнцем в спектре поглощения образуется интенсивная полоса с максимумом 1680 см^{-1} для „наирита серного“ и 1690 см^{-1} для „наирита π “ (фиг. 1 и 2). Эти



Фиг. 1. Спектры „наирита π “, состаренного в пленке под солнцем. 1—до старения; 2—24 часа; 3—80 часов



Фиг. 2. Спектры „серного наирита“, состаренного в пленке под солнцем. 1—до старения; 2—24 часа; 3—80 часов.

полосы, по-видимому, можно отнести к колебаниям вновь образованных групп $\text{C}=\text{O}$, сопряженных $\text{C}=\text{C}$. Такое отнесение можно подтвердить тем, что в области колебаний сопряженной $\text{C}=\text{C}$ связи появляется усиливающаяся полоса с максимумом в 1590 см^{-1} , очень хорошо заметным на фиг. 2. При 24 часах старения на обоих же

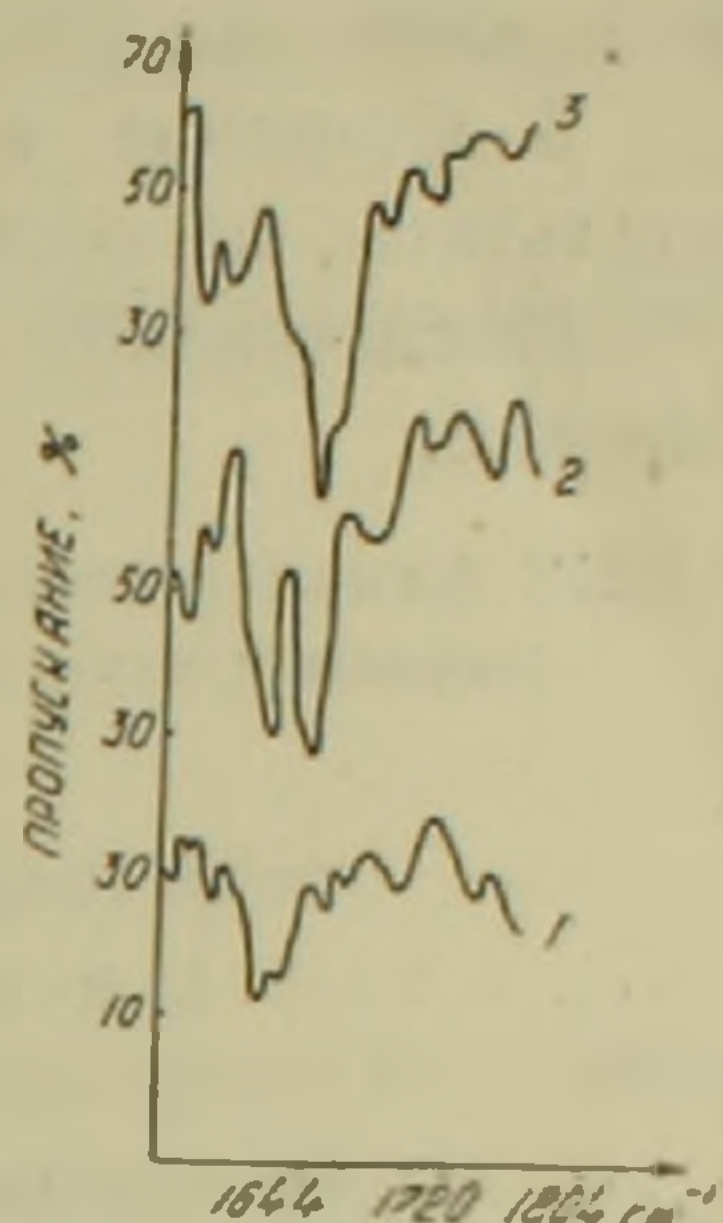
спектрах наблюдается появление многих максимумов, которые при дальнейшем старении сильно ослабляются. Эти максимумы соответствуют промежуточным структурным формам, которые живут недолго (фиг. 2, „наирит серный“). Возможно, что эти формы имеют максимум свободных радикалов (⁶), но для окончательного такого отнесения явно необходимо дополнительное исследование вопроса.

2. Термостарение пленок каучуков. И на этих спектрах очень хорошо видны промежуточные состояния. Полоса 1622 см^{-1} сначала возрастает в интенсивности, а потом сильно ослабевает на фиг. 3. На спектре „серного“ каучука (фиг. 4) тоже появляется ряд максимумов в интервале $1700 - 1740\text{ см}^{-1}$, которые при дальнейшем старении ослабляются, кроме максимума 1736 см^{-1} , который очень сильно возрастает. По появлению этой полосы можно заключить, что при термостарении каучука „наирит серный“ образованная связь $\text{C}=\text{O}$ не сопряжена.

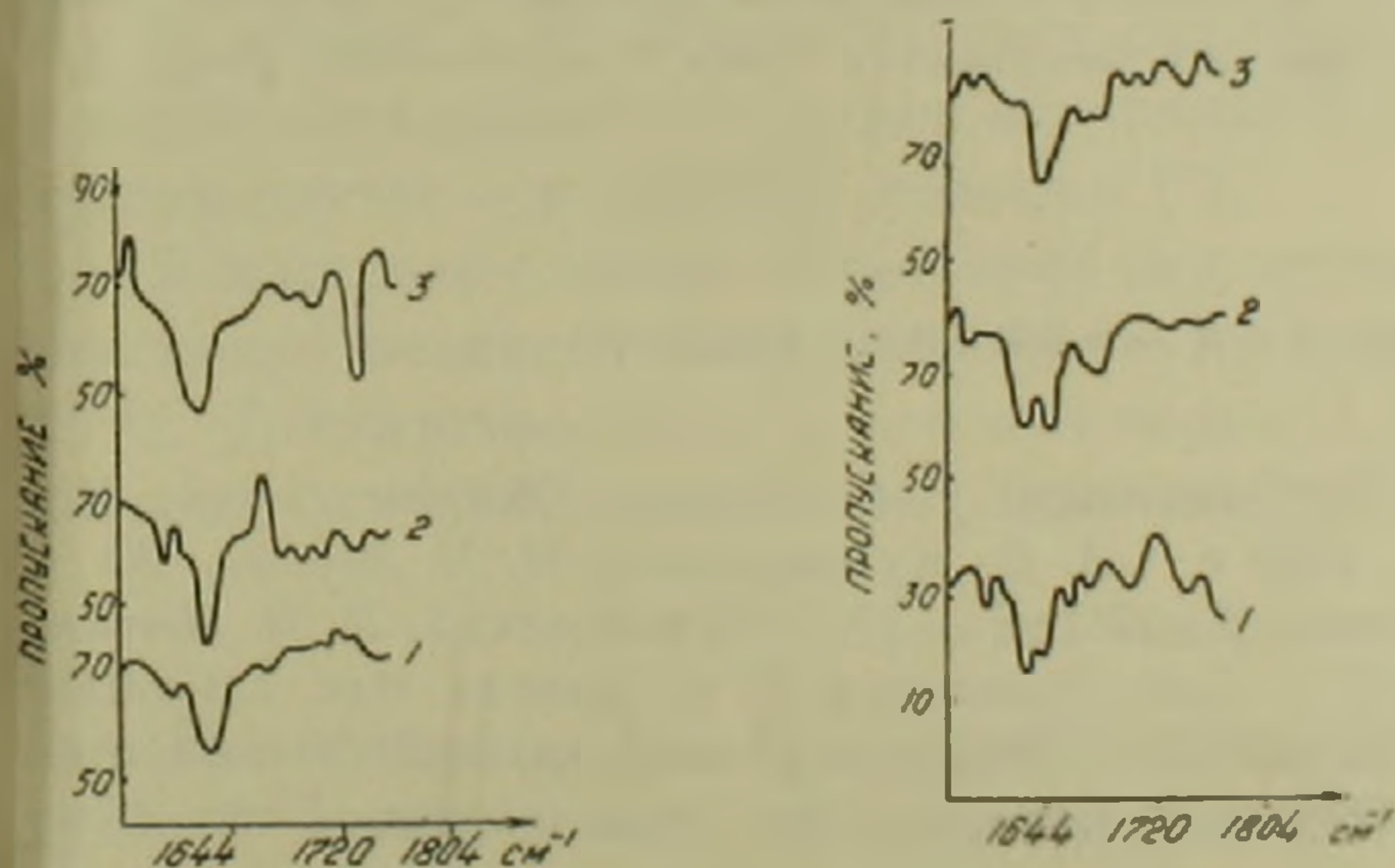
В спектрах „наирита π “ полоса 1596 — сильно возрастает в интенсивности. Малое смещение $1596 - 1601\text{ см}^{-1}$ можно объяснить наложением полос.

3. Старение каучуков „наирит“ в растворе на свету в комнате. На приведенных рисунках хорошо видны изменения спектров, которые происходят при комнатной температуре и за сравнительно короткий срок. Если некоторую аналогию изменения можно заметить между термостарением и старением в растворе „наирита π “ (фиг. 5 и 3), то для „наирита серный“ (фиг. 6 и 4) такой аналогии заметить нельзя.

При старении „наирита серный“ в растворе появляется сильная

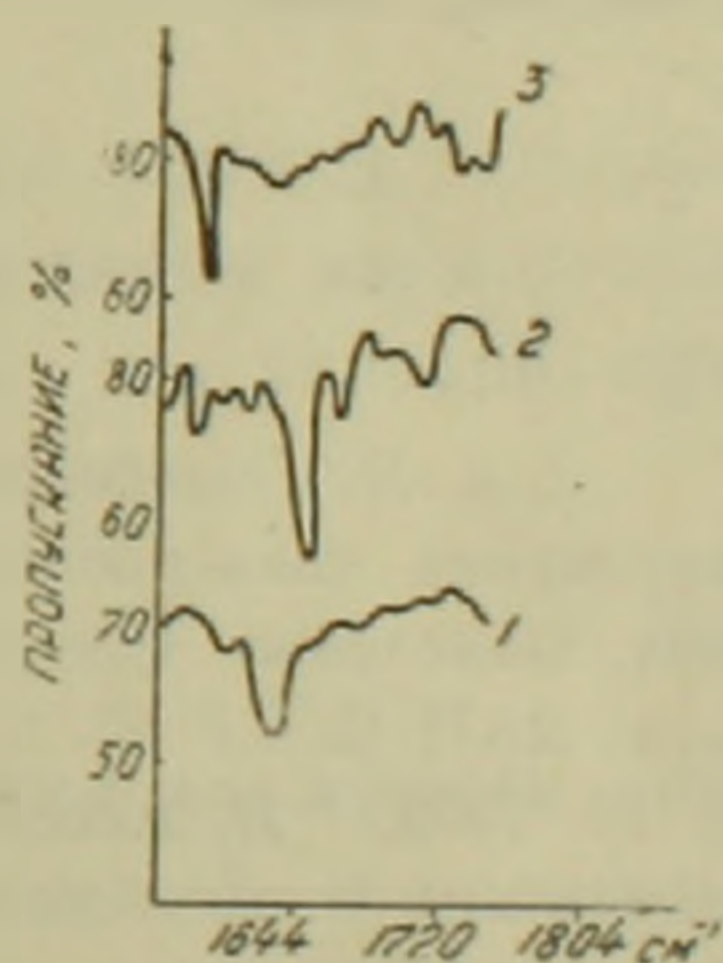


Фиг. 3. Спектры „наирита π “, состаренного в термостате. 1—до старения; 2— 83°C 6 часов; 3— 93°C 8 часов;



Фиг. 4. Спектры „серного наирита“, состаренного в термостате. 1—до старения; 2— 70°C 6 часов; 3— 70°C 10 часов.

Фиг. 5. Спектры „наирита π “, состаренного в растворе CCl_4 на свету. 1—до старения; 2—6 часов; 3—11 часов.



Фиг. 6. Спектры „серного наирита“, состаренного в растворе CCl_4 на свету. 1—до старения; 2—6 часов; 3—11 часов

полоса 1650 см^{-1} , которая уже для каучука, состаренного 11 часов, исчезает почти полностью.

По мере старения появляется и усиливается резкая полоса 1590 см^{-1} .

Резюмируя все вышесказанное, можно констатировать следующее:

1. Во всех приведенных случаях четко выделяются промежуточные состояния.

2. Термостарение для „серного наирита“ приводит к образованию несопряженных связей $C=O$.

3. Старение в растворе происходит эффективно и может дать результаты, не совпадающие с результатами других методов старения.

Представляет интерес исследование влияния растворителя на старение.

ЦНИ физико-техническая лаборатория
Академии наук Армянской ССР

Ն. Մ. ՔՈՉԱՐՅԱՆ, Մ. Է. ՄՈՎՍԵՅԱՆ ԵՎ Կ. Ա. ԱՍԼԱՆՅԱՆ

Կաուչուկի հնացման հետազոտությունը ինֆրակարմիր սպեկտրոսկոպիայի մեթոդով

Հետազոտվել է բլորոպրենային երկու տեսակի կաուչուկի հնացումը լույսի և ջերմաստիճանի ազդեցության տակ:

Պարզվել է, որ՝

1. Հնացման առաջին էտապում առաջանում են միջանկյալ բաղադրություններ, որոնց կարելի է դասել առավելագույն ազատ ռադիկալներ ունեցող բաղադրությունների շարքին:

2. Մծմրային նախրիտի հնացումը ջերմության ազդեցության տակ բերում է չզուգահեռված $C=O$ կապերի առաջացմանը:

3. Հնացումը յուծույթներում ընթանում է շատ բուռն կերպով: Այս դեպքում հնարավոր է ստանալ արդյունքներ, որոնք չեն համընկնում մյուս հնացման մեթոդների արդյունքների հետ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. Л. Гольденберг, Л. Н. Пирожная, Г. С. Попова, Сборник статей „Молекулярная спектроскопия“, М., 1960 г. ² А. С. Кузьминский, Н. Н. Лешнев, Ю. С. Зуев, Окисление каучуков и резины, М., 1957 г. ³ А. С. Кузьминский, Р. Я. Песчанская, ДАН СССР 85. 6. 1317, 1952 ⁴ Л. Н. Пирожная, Г. С. Попова, Изв. АН СССР 23. 10. 1959. ⁵ Н. Кесслер, В. Матиска, Я. Полачек, Международный симпозиум по макромолекулярной химии, М., 1960. ⁶ V. Kello, A. Tkač, S. Hrivikova, Chem. Listy 49. 1433. 1947.

ПРИКЛАДНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Г. Г. Пахчанян

Испаряемость и ее изменение с высотой местности

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. Х. Агаджаняном 15/V 1963)

Одним из важных климатических показателей, связывающих элементы водного баланса суши, является испаряемость (¹).

Испаряемостью принято называть возможное испарение, величина которого лимитируется метеорологическими условиями данной местности. Величину испаряемости можно определить непосредственным измерением, отождествляя ее с величиной испарения предельно увлажненной почвы (^{2,3}) или с открытой водной поверхностью (^{4,5}), а также косвенным путем, определяя возможную величину тепла, которая в данных метеорологических условиях местности может расходоваться на испарение (¹). В первом и во втором случаях существенное влияние на величину испаряемости оказывает размер испаряющей поверхности, кроме того, во втором случае — и глубина водоема (⁶).

В настоящее время существует ряд эмпирических формул, которые связывают величину испаряемости с метеорологическими элементами (²⁻⁵). Достаточно сказать, что они верны в пределах тех условий, при которых они получены. Кстати, отметим, что в формуле

$$E_0 = \beta d, \text{ мм/сутки}, \quad (1)$$

где: E_0 — испаряемость; d — средний суточный дефицит влажности воздуха; β — коэффициент пропорциональности, значения β в условиях суши бассейна оз. Севан (⁷) колеблются в пределах 0,7—0,9 и примерно в два раза больше, чем соответствующие значения, приведенные в работах (²) и (³).

Величина тепла, которая расходуется на испарение с почвы при ее предельном увлажнении, может быть определена на основе решения систем уравнений (¹):

$$\frac{R - B}{LD\rho} + \frac{0,622}{p} e + \frac{c_p}{L} T = \frac{0,622}{p} e_0 + \frac{c_p}{L} T_0, \quad (2)$$

$$e_0 = 6,1 \times 10 \exp\left(\frac{7,43T_0}{235 + T_0}\right). \quad (3)$$

Здесь R и B радиационный баланс деятельной поверхности и теплообмен в почве; ρ , P , c_p , T и e — соответственно плотность, давление, теплоемкость, температура и упругость водяных паров воздуха; e_0 и T_0 — максимальная упругость водяных паров испаряющей поверхности при температуре последней — T_0 ; D — интегральный коэффициент обмена; L — скрытая теплота парообразования.

Из уравнений (2) и (3) можно определить T_0 и e_0 , затем и испаряемость, по формуле

$$E_0 = \rho D (e_0 - e), \quad (4)$$

при различных значениях D .

Коэффициент D характеризуется малой изменчивостью, при этом соответствующие значения испаряемости будут отличаться друг от друга незначительно (⁸).

Значения T и e обычно измеряются в метеорологических станциях, а величину R , если нет непосредственных измерений, можно определить по формуле (¹)

$$R = Q_0 [1 (1 - k_n) n] (1 - \alpha) - (1 - c n^2) J_0 - 4 \sigma k T^3 (T_0 - T). \quad (5)$$

Здесь: Q_0 — суммарная радиация при безоблачном небе; α — альбедо; k — коэффициент, характеризующий отклонения излучения данной поверхности от излучения черного тела; k_n — коэффициент, определяющий, какую часть от возможной составляет действительная радиация при полной облачности; n — облачность в долях единицы; σ — постоянная Стефана — Больцмана; J_0 — эффективное излучение при безоблачном небе. Последнее определялось по температуре и влажности воздуха из таблиц, построенных по расчетам М. Е. Берлянда (¹). Значение альбедо деятельной поверхности суши для теплого периода года, исходя из многочисленных измерений, имеющих в литературе, принято равным 0,2.

Величина коэффициента c определялась из таблиц, приведенных в работе (¹), которая для географической широты 40° равна 0,68. Коэффициент k для различных поверхностей меняется в пределах 0,85 — 1,00 и принят равным 0,9.

Для определения коэффициента k_n была использована формула

$$k_n = 1 - \frac{Q_0 - Q_n}{n Q_0}, \quad (6)$$

где Q_n — суммарная радиация в действительных условиях.

Используя имеющиеся материалы по облачности, суммарной возможной и действительной радиации по метеорологическим станциям Ереван, Леникан, Севан ГМО и Мартуни УГМС АрмССР, было определено значение k_n по месяцам. Соответствующие значения Q_0 , n и k_n по вышеуказанным станциям приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что: 1) среднее значение k_n для территории Армении равно 0,60 и отличается от соответствующего табличного значе-

Таблица 1

Среднемесячные значения Q_0 (ккал/см² мес), n и k_n по некоторым метеорологическим станциям Армянской ССР

Мет. ст.	Элементы	М е с я ц ы							Ср.
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Ереван	Q_0	19,3	21,5	21,8	21,3	19,1	15,0	12,8	18,7
	n	0,67	0,53	0,43	0,34	0,25	0,25	0,36	0,40
	k_n	0,64	0,71	0,75	0,71	0,78	0,67	0,45	0,67
Ленинакан	Q_0	17,6	21,5	22,7	22,3	19,7	15,9	12,2	18,8
	n	0,66	0,65	0,45	0,38	0,31	0,30	0,47	0,46
	k_n	0,55	0,56	0,54	0,64	0,64	0,62	0,44	0,57
Севан	Q_0	18,9	22,5	23,3	22,3	19,8	16,5	12,9	19,4
	n	0,55	0,56	0,44	0,43	0,34	0,37	0,47	0,45
	k_n	0,55	0,56	0,54	0,64	0,64	0,62	0,44	0,57
Мартуни	Q_0	20,4	22,7	24,0	22,5	20,3	16,6	12,8	19,9
	n	0,54	0,57	0,48	0,43	0,37	0,38	0,45	0,46
	k_n	0,55	0,56	0,54	0,64	0,64	0,62	0,44	0,57

ния (0,33), приведенного в работе (1), приблизительно в два раза. Такой результат был получен и в работе (6); 2) k_n имеет годовой ход, зависящий от высоты солнца и других факторов, достигая максимального значения летом. Значение Q_{0n} в пунктах Мартуни и Севан ГМО мало отличается от соответствующих значений, приведенных в работе (1). Некоторое уменьшение значения в пунктах Ленинакан и, особенно, Ереван, связано с прозрачностью атмосферы.

Учитывая изложенное, по формулам (2), (3) и (4) определены средние многолетние значения испаряемости по месяцам по некоторым метеорологическим станциям Севанского бассейна и Арагацского массива. Результаты расчета приведены в табл. 2. В этих расчетах принималось $B = 0$, а $D = 0,63$ см/сек (1).

Условимся величину испаряемости, определенную комплексным методом (1), называть испаряемостью.

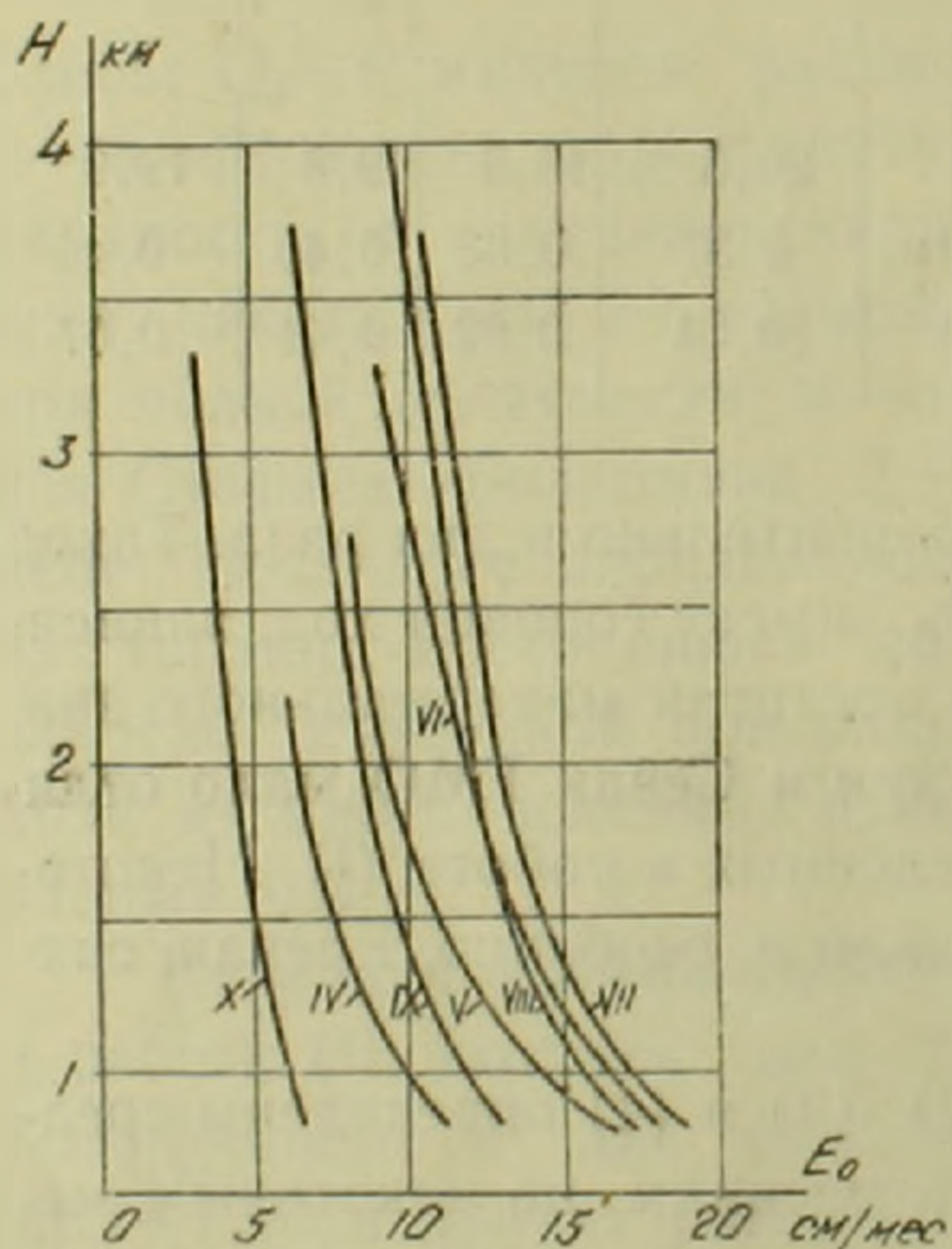
Ниже, на фиг. 1, приведены графики зависимости испаряемости от высоты местности Арагацского массива для различных месяцев. При построении этих зависимостей значения испаряемости брались из табл. 2.

Верхними границами применения данной связи (фиг. 1) являются те абсолютные отметки (Н), выше которых в соответствующий месяц имеется постоянный снежный покров.

Из фиг. 1 видно, что: 1) скорость убывания испаряемости по мере

Величины испаряемости по некоторым метеорологическим станциям в различные месяцы (мм)

Метеорологические станции	Н н. у. м. м.	М е с я ц ы							Сумма
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Ереван	905	105	154	172	182	166	128	72	979
Спитак	1526	71	104	126	137	132	84	49	703
Ленинакан	1529	69	103	137	155	147	103	50	764
Севан ГМО	1919	64	92	114	121	112	83	46	632
Мазра	1930	77	110	132	137	127	89	43	715
Севан	1937	60	98	120	127	120	86	49	660
Мартуни	1943	77	100	122	128	121	92	57	697
Камо	1946	76	105	124	129	118	93	43	688
Семеновка	2096	62	89	106	110	103	51	35	556
Яных	2331	—	85	113	128	118	90	51	586
Арагац в/г	3229	—	—	82	109	104	76	29	400



Фиг. 1. Зависимость величины испаряемости от высоты местности для Арагацкого массива.

увеличения высоты местности уменьшается; 2) месячные значения испаряемости колеблются в пределах от 30 до 190 мм, а их суммы за теплый период года от 400 до 1000 мм; 3) максимальные значения испаряемости наблюдаются в июле.

Величина испаряемости в естественных условиях должна получаться, с одной стороны, несколько увеличенной, так как при этом не учитывается трансформация воздушных масс при переходе поверхности суши с недостаточным увлажнением к этой же поверхности при достаточном ее увлажнении и, с другой стороны — несколько уменьшенной, так как при этом не учтено влияние окружающей среды и некоторое уменьшение альбедо.

Значение испаряемости при $\alpha = 0,1$ приблизительно характеризует величину испарения с поверхности водоемов, удовлетворяющих следующим условиям:

1) глубина этого водоема настолько мала, что изменение теплосодержания водной массы во времени можно принять равным нулю;

2) площадь этого водоема настолько велика, что окружающая среда не оказывает существенного влияния на испарение с его поверхности.

Ниже приводятся результаты сравнения величин испаряемости с суши и испарения с водной поверхности. Некоторые из результатов представлены на фиг. 2 и 3.

Интересно заметить, что годовое значение испарения с оз. Севан (кривая 4 на фиг. 2), которое составляет 780 мм⁽⁹⁾, мало отличается от величины испаряемости (кривая 3), которая за апрель—октябрь месяцы составляет 730 мм.

По данным, приведенным в работах (7) и (9), получается, что только часть (примерно 67—70%) от радиационного баланса, получаемого озером Севан, расходуется на испарение. Восемь процентов этого тепла озеро получает в течение ноября—апреля, которому и соответствует 60 мм испаряемости. Считая величину испаряемости за ноябрь—апрель равной 60 мм, получим, что испарение с оз. Севан (780 мм/год) и испаряемость (730+60=790 мм/год) по величине равны.

Вышеизложенное приводит к мнению, что в современных условиях глубина оз. Севан сглаживает годовой ход и отодвигает максимум испарения с озера на 2—3 месяца, а на величину годового испарения оказывает сравнительно малое влияние. Несколько меньше перемещен максимум испарения с поверхности воды испарителей ГГИ-3000 и бассейна площадью 20 м².

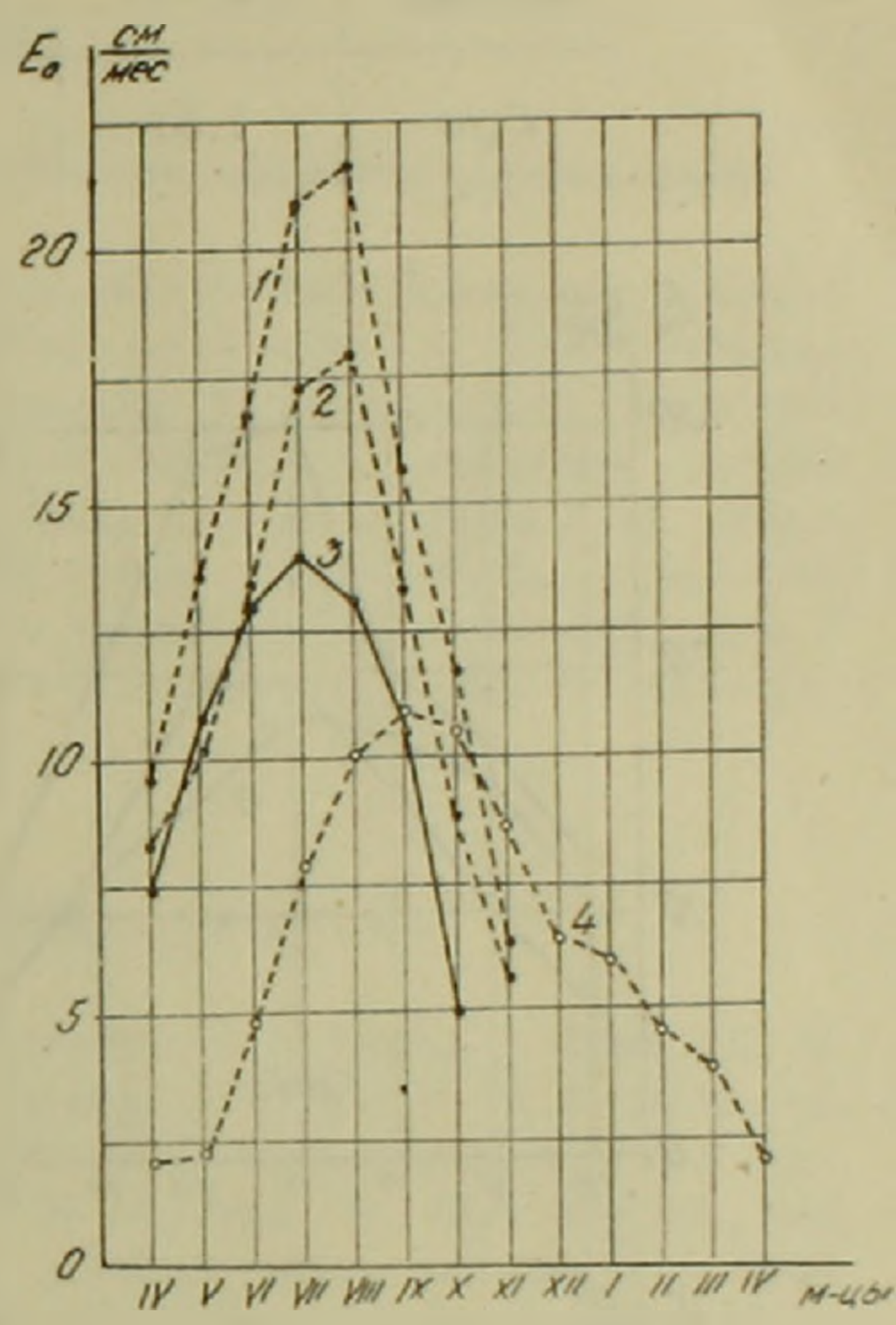
На фиг. 3 показаны графики изменения величины испарения с водной поверхности испарителя ГГИ-3000 (1), испаряемости (2) и дефицита влажности воздуха (3) по времени в некоторых пунктах.

Приведенные графики на фиг. 3 показывают, что:

1) испарение с водной поверхности испарителя ГГИ-3000 (E_n) следует ходу изменения дефицита влажности воздуха и соотношение между ними во времени изменяется незначительно, а по высоте (табл. 3) это же соотношение изменяется в два раза;

2) по мере увеличения абсолютной высоты местности и осадков, расхождение между испарением (графики 1) и испаряемостью (графики 2) уменьшается.

Заметим, что Мартуни и Яных находятся почти в одинаковых физикогеографических условиях и количество осадков в этих пунктах также одинаково. Однако в связи с орошением поля в Мартуни получают больше влаги, чем в Яныхе. По этой же причине в Яныхе испарение с водных испарителей несколько больше, чем в Мартуни.

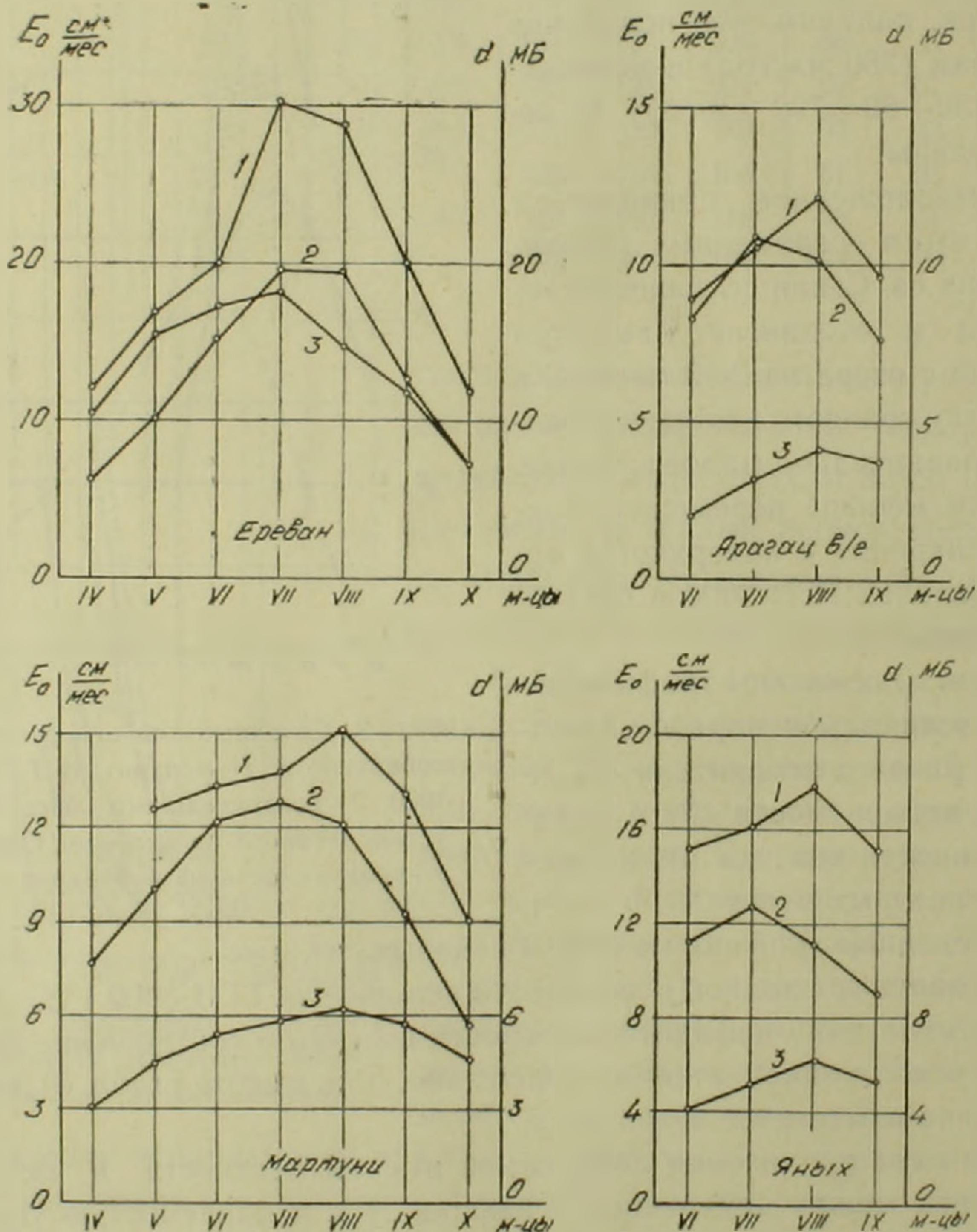


Фиг. 2. Сезонный ход испарения с поверхности: 1—испарителя ГГИ-3000; 2—испарительного бассейна, установленного на острове Севан; 3—испаряемость на побережье озера при $\alpha=0,1,4$. оз. Севан.

Такой картины не наблюдается при сравнении величин испаряемости в этих пунктах (табл. 2), так как в этом случае не учитывается влияние окружающей среды на величину испаряемости.

Таблица 3
Значение E_n/d в некоторых пунктах

Пункты величин	Ереван	Мартуни	Яных	Арагац в/г
E_n/d	1,50	2,30	3,00	3,14



Фиг. 3. Испарение с водной поверхности испарителя ГГИ—3000 (1), испаряемость (2) и дефицит влажности воздуха (3) в различных пунктах.

В заключение следует отметить, что величина испарения с водных испарителей, установленных на суше, при увеличении влажности окружающей среды, приближается к величине испаряемости, кото-

рая может служить для оценки величины испарения с больших увлажненных территорий суши.

Институт водных проблем
Академии наук Армянской ССР

2. 2. ՓԱՆՁԱՆՅԱՆ

Գոլորշառնակությունը և նրա փոփոխումը քառասունհինգ Բաղրուբյան

Հոգվածում բերված են տվյալներ գոլորշառնակության մեծության վերաբերյալ, չափված ինչպես չորի գոլորշիացնողների սպինդլամբ (ГГ11—3000 և այլն), այնպես էլ հաշված կոմպլեքս մեթոդով Հայաստանի տարբեր շրջանների համար: Կատարված է համեմատություն նրանց միջև և ցույց է տրված, որ տեղանքի բացարձակ բարձրության մեծացման և տեղումների քանակի աճման հետ մեկտեղ նվազում է նրկու տարբեր մեթոդներով (գոլորշիացնողների ГГ11—3000 և կոմպլեքս) որոշված գոլորշառնակությունների մոծությունների տարբերությունը: Հոգվածում ցույց է տրված, որ գոլորշառնակության մեծությունը, որոշված կոմպլեքս մեթոդով, կարող է ծառայել որպես մոտավոր գնահատական գոլորշիացման մեծության, որը կարող է տեղի ունենալ բավական մեծ և շատ խոնավ հողի մակերևույթ:

ЛИТЕРАТУРА -- ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ М. И. Будыко, Тепловой баланс земной поверхности, Гимиз, Л., 1956. ² А. М. Алпатьев, Влагооборот культурных растений, Гимиз, Л., 1954. ³ А. И. Будаговский, Основные закономерности суммарного испарения, Сб.: Биологические основы орошаемого земледелия, Изд. СССР, М., 1957. ⁴ В. К. Давыдов, Тр. НИУ ГУГМС, сер. IV, вып. 12, 1944. ⁵ Н. Н. Иванов, Зап. Всес. географ. общ., нов. сер. т. I, 1948. ⁶ М. П. Тимофеев (ред.), Метеорологический режим оз. Севан, Гимиз, Л., 1950. ⁷ Г. Г. Пахчанян, Тр. I Закавказ. конференции молодых научн. сотруди., Изд. АН АрмССР, Ереван, 1960. ⁸ Л. П. Серяков, Определение испаряемости и исследование влияния климатических факторов на нормы орошения, Автореферат канд. дисс. Л., 1959. ⁹ А. М. Мхитарян, ДАН АрмССР, т. XXVI, 2 (1963).

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

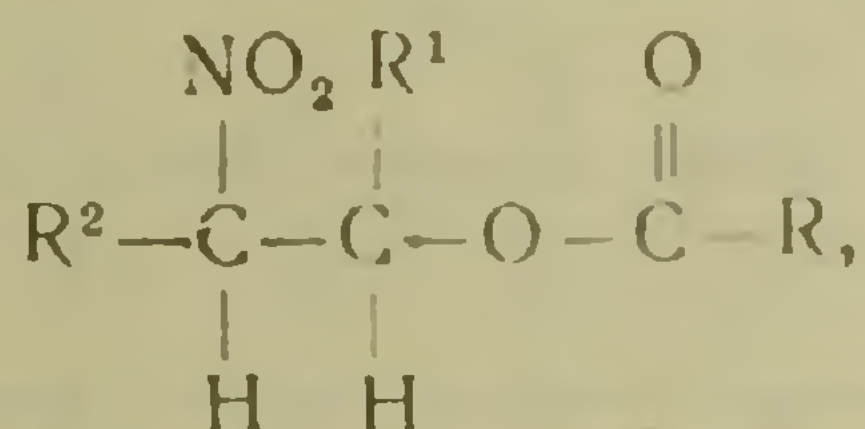
В. И. Исагулянц, академик АН Армянской ССР, Э. Л. Маркосян и А. Ф. Гросман

Синтез эфиров γ -метил- γ -нитровалериановой кислоты в присутствии ионитов

(Представлено 16/VII 1963)

В настоящее время огромное практическое значение имеет исследование путей получения производных нитропарафинов.

Интерес представляют сложные эфиры нитрокарбоновых кислот. Они применяются ⁽¹⁾ в качестве инсектицидов, пластификаторов и как промежуточные соединения для синтеза аминокислот, аминокспиртов, нитроамидов. Нитроэфиры—⁽²⁾



где R—фенил, метил-,этил- и пропи-л-радикалы, R¹—метил, этил- и пропи-л-радикалы, R²—водород, метил-этил- и пропи-л-радикалы, могут быть применены для стабилизации смазочных масел.

В литературе описан синтез метилового эфира γ -нитро- γ -метилвалериановой кислоты ⁽³⁻⁴⁾ в присутствии различных щелочных катализаторов, таких, как алкоголята щелочных металлов, диалкил-, триалкиламины, пиридин. Нами он был получен конденсацией нитропропана-2 с метилакрилатом в присутствии отечественных анионитов АВ-17, АВ-18. Переэтерификацией метилового эфира γ -нитро- γ -метилвалериановой кислоты высшими спиртами в присутствии катионита КУ-2 были получены высшие эфиры.

Перед применением аниониты переводились в активную форму обработкой 4%-ным раствором едкого натра или 7%-ным раствором соды, а затем промывались дистиллированной водой. Реакция присоединения нитропропана-2 к метилакрилату протекает очень легко в присутствии анионита АВ-17. Катализатор можно использовать многократно, но выход продукта реакции с увеличением кратности использования уменьшается.

Результаты опытов сведены в табл. 1.

На выход эфира влияет и количество катализатора.

Таблица 1

№ п/п	Исходные вещества						Время реакции	Температура	Получено метилового эфира γ -метил- γ -нитровалериановой кислоты	
	Нитропропан- ²		Метилакрилат		AB-17					
	г	моль	г	моль	г**	крат. работ.	час	°C	г	% от теории
1	8,9	0,1	12,8	0,15	4,24	4	2	50	12,2	69,7
2	8,9	0,1	17,2	0,2	5,2	1	3	50	10,9	62,8
3	8,9	0,1	17,2	0,2	5,2	3	4	50	13,3	76,0
4	8,9	0,1	17,2	0,2	5,2	1	3	60	14,7	84,0
5	8,9	0,1	17,2	0,2	5,2	1	2,45*	при комн. т-ре	7,8	44,6
6	8,9	0,1	17,2	0,2	5,2	1	1		60	9,8
7	8,9	0,1	17,2	0,2	5,2	1	2	60	13,6	78,0

Таблица 2

Марки катализаторов	Количество катализатора (% от общей суммы реагентов)	Выход нитроэфира (% от теории)
AB-18	10	60,8
	20	60,5
	40	71,5
AB-17	10	60,8
	20	62,8
	50	84,0

Примечание: время реакции более трех часов; температура реакции 60—80 °С.

Таблица 3

Исходные соединения					Катализатор КУ-2	Время реакции	Получено	
Метил- γ -нитро- γ -метил- валериан. кислоты		Спирты		$\begin{array}{c} \text{NO}_2 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOR} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$				
г	мол.	г	мол.	г	% на об- щую за- грузку	час	г	% от теории
1	17,5	0,1	бутиловый 14,8 0,2	8	25	2,0	15,5	71
2	35	0,2	изоамиловый 37,2 0,4	18	25	5,20	44	96,5
3	17,5	0,1	гексил- 20,4 0,2	9,5	25	2,30	16,7	67
4	17,5	0,1	гептиловый 23,6 0,2	14,6	25	2,0	17,9	70
5	17,5	0,1	октиловый 26 0,2	10	25	2,0	19,9	73
6	17,5	0,1	нониловый 28,2 0,2	23	50	1,0	22,5	78,4

Примечание: температура реакции во всех опытах 125—135 °С.

* Без перемешивания.

** Взятая количество составляет 20 % от общей суммы реагентов.

Таблица 4

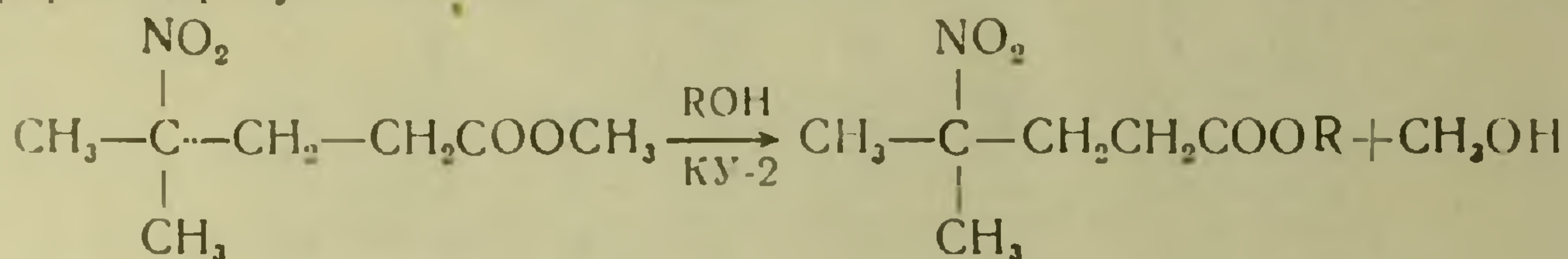
Эфиры	Температура кипения, °С	n_D^{20}	d_4^{20}	Эфирное число		MRD		Элементарный состав, %					
								С		Н		N	
				расч.	найд.	расч.	найд.	расч.	найд.	расч.	найд.	расч.	найд.
1 γ-нитро-γ-метилвалериа- новая кислота, бутило- вый эфир	138—143/7	1,4440	1,0436	258	257	55,6	55,2	55,29	54,58	8,75	8,70	6,45	6,20
2 γ-нитро-γ-метилвалериа- новая кислота, изоамило- вый эфир	135—138/3	1,4442	1,0306	242	241	60,32	59,56	57,14	56,67	9,09	9,05	6,06	6,13
3 γ-нитро-γ-метилвалериа- новая кислота, гексило- вый эфир	159—163/7	1,4460	1,0105	228	223	64,7	64,6	57,90	58,8	9,24	9,42	5,63	6,00
4 γ-нитро-γ-метилвалериа- новая кислота, гептило- вый эфир	168—173/5	1,4472	0,9992	216	212	69,6	68,40	60,91	59,31	9,77	9,72	5,47	5,64
5 γ-нитро-γ-метилвалериа- новая кислота, октило- вый эфир	173—175/2	1,4482	0,9857	205	211	74,2	74,19	61,80	62,6	9,89	10,1	5,13	4,94
6 γ-нитро-γ-метилвалериа- новая кислота, нонило- вый эфир	175—177/2	1,4502	0,9768	195	194,5	78,93	78,99	62,70	62,97	10,1	10,18	4,88	4,87

Как видно из табл. 1 и 2, реакция проводилась при температурах, не превышающих 80°, так как аниониты термостойки до 80°. Следует отметить, что при высоких температурах активность катализатора с кратностью его использования снижается гораздо быстрее, чем при низких температурах, очевидно, это объясняется частичной термической деструкцией катализатора.

Метилловый эфир γ -нитро- γ -метилвалериановой кислоты послужил исходным сырьем для получения высших эфиров.

Октиловый эфир был получен ⁽⁵⁾ конденсацией нитропропана-2 с октилакрилатом в присутствии анионитов IRA-400, IRA-410 в течение 45 дней с выходом 70%.

Нами высшие эфиры были получены переэтерификацией нитроэфира в присутствии КУ-2 по схеме:



где $\text{R}-\text{C}_4-\text{C}_9$.

Результаты опытов по переэтерификации сведены в табл. 3.

У полученных эфиров определены физико-химические константы (табл. 4).

Выводы: 1. Синтезирован метиловый эфир γ -нитро- γ -метилвалериановой кислоты присоединением нитропропана-2 к метилкрилату в присутствии отечественных анионитов АВ-17, АВ-18.

2. Переэтерификация метилового эфира в присутствии катионита КУ-2 с получением высших эфиров γ -нитро- γ -метилвалериановой кислоты описывается впервые.

Московский институт нефтехимической и газовой промышленности им. И. М. Губкина

Վ. Ի. ԻՍԱԳՈՒԼՅԱՆՅ. Է. Լ. ՄԱՐԿՈՍՅԱՆ ԵՎ Ա. Ֆ. ԳՐՈՍՄԱՆ

Մեթիլ- γ -նիտրովալերիանաթթվի էսթերների սինթեզը իոնիտների ներկայությամբ

Ներկա աշխատանքում ուսումնասիրված է γ -մեթիլ- γ -նիտրովալերիանաթթվի մեթիլէսթերի սինթեզը 2-հիդրոպրոպանի և ալիլաթթվի մեթիլէսթերի փոխադրեցությամբ, որպես կատալիզատոր օգտագործելով անիոնիտներ՝ АВ-17 և АВ-18:

Ցույց է տրված, որ փոխադրելով γ -մեթիլ- γ -նիտրովալերիանաթթվի մեթիլէսթերը սպիրտների հետ, կատիոնիտ КУ-2-ի ներկայությամբ ստացվում են օգտագործված սպիրտի համապատասխան էսթերը: Այս եղանակը նկարագրվում է առաջին անգամ:

Ուսումնասիրված են սինթեզված էսթերների ֆիզիկոքիմիական հատկատուները:

ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Г. А. Брюсон, Ам. пат. 2.390.918 (1945). ² Бенэт, Ам. пат. 2.976.244 (1961).
³ М. К. Клоцель, J. Am. Chem. Soc. **70**, 3578 (1948). ⁴ М. К. Клоцель, Ам. пат. 2.254.831 (1951). ⁵ Е. Бергман, Р. Корет, J. Org. Chem., **21**, 107 (1951).

МИНЕРАЛОГИЯ

А. И. Карапетян и Ш. О. Амирян

Об обнаружении теллуридов золота, серебра, висмута и свинца
 в рудах Меградзорского золоторудного месторождения Армянской ССР

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. С. Мкртчяном 1/X 1963)

Месторождение, в рудах которого обнаружены описываемые ниже теллуриды, находится в пределах Памбак-Зангезурской структурно-металлогенической зоны.

Район месторождения сложен палеозойскими метаморфическими сланцами, осадочными, вулканогенно-осадочными и вулканогенными породами (песчаники, известняки, порфириды и их туфы, туфобрекчии, андезиты-базальты) мела, эоцена и мио-плиоцена, прорванными древними и третичными гранитоидными интрузиями. Указанные выше породы составляют СВ крыло Мисхано-Арзаканской антиклинали СЗ—ЮВ простирания, которая нарушена крупным близширотным Мисханским надвигом.

Оруденение представлено кварцевыми жилами, прожилками и линзами, заключенными в зонах гидротермально измененных, пиритизированных интрузивных и вулканогенных пород. Простирание рудных тел близширотное с падением преимущественно на север под углом 45—70°. Мощность рудных тел колеблется в больших пределах, в раздувах достигая до 1,5—2 м.

Структурным контролем оруденения являются сопряженные с Мисханским надвигом трещины разрывного и сколового характера. Теллуриды были установлены в виде небольших скоплений в друзовых полостях водяно-прозрачного кварца, в тесной ассоциации с золотом.

При детальном микроскопическом изучении руд выяснилось, что они развиты также в полиметаллических рудах, которые по существу являются завершающими собственно рудного процесса.

Структурно-текстурные взаимоотношения различных минеральных ассоциаций показывают, что рудообразование на месторождении началось интенсивной пиритизацией вмещающих пород вдоль определенных структур, по которым позднее развивались жилы, прожилки и линзообразные тела молочно-белого кварца, нередко включающего в себя обломки пиритизированных пород. Вслед за ними следовали растворы, несущие компоненты полиметаллических руд, цементируя обломки раздроб-

ленного молочно-белого кварца с включениями пиритизированных пород, образуя брекчиевую текстуру.

Ассоциирующий с полиметаллами кварц водяно-прозрачный библионального габитуса, в друзовых пустотках которого отмечались полиметаллы совместно с теллуридами и золотом. Выпадение последних имело место после всех сульфидов, о чем свидетельствуют широко развитые структуры разъедания, замещения и заполнения. Процесс минерализации завершается отложением халцедоновидного кварца и карбонатов.

По своему минеральному составу и золотоносности полиметаллическая стадия является наиболее интересной. В ее рудах в тесной ассоциации с пиритом, сфалеритом, халькопиритом, галенитом, блеклой рудой находится ряд теллуридов и сульфосолей. Особый интерес представляют теллуриды золота, серебра, висмута, свинца, представленные калаверитом, сильванитом, петцитом, нагиагитом, гесситом, теллуrowисмутитом и алтаитом, описание которых приводится ниже.

Калаверит (AuTe_2). Химический состав: Au — 43,58%, Te — 56,42%; примеси — Ag — 0,5—4%, Cu — 0,2% и в незначительных количествах Fe, Ni, Pb, Se.

Очень редко встречающийся теллурид золота. Немногие данные о находке калаверита в рудах СССР есть для колчеданных месторождений Южного Урала, Ключи (Читинская обл.), им. Кирова и Джалинда (Амурская обл.). Последние годы в заметных количествах он был установлен и в рудах Армянской ССР (Зод, Мисхана, Каджаран). При этом во всех случаях он, в основном, встречается в гидротермальных средне-низкотемпературных золото-серебро-теллуrowых рудах, иногда с полиметаллами. На изучаемом месторождении калаверит был установлен в ассоциации пирита, сфалерита, галенита, блеклой руды, висмутина, гессита, петцита, нагиагита, сильванита, теллуrowисмутита, алтаита и других еще не полностью определенных сульфосолей висмута и серебра.

Встречается как изолированными выделениями размером до 0,02 мм, так и в тесных срастаниях с гесситом, нагиагитом, сильванитом, золотом и другими теллуридами. Очень интересными являются также червеобразные выделения калаверита, вросшие в гессите; до сих пор такие структурные сочетания наблюдались только для золота и гессита. Часто образует тонкозернистые агрегаты в промежутках зерен галенита, блеклых руд, или же пластинчатые и мелкопризматические выделения в полях пирита. Теллуrowисмутит, алтаит, нагиагит, сильванит замещаются калаверитом, следовательно, последний является поздним образованием по сравнению с первыми. Чаше совместно с другими теллуридами развивается по трещинкам и зонам роста пирита.

Под микроскопом характеризуется кремово-желтым цветом. По сравнению с пиритом светлый, с сильванитом — более желто-кремовый, сильванит белесоватый. Отражательная способность выше R пирита, но ниже золота, приблизительно как у алтаита. Двухотражение слабо в воздухе, усиливается в иммерсии, особенно у зернистых агрегатов. Отчет-

ливо анизотропный, на зернистых агрегатах сильнее. с цветным эффектом от светло-кремово-желтого до темно-коричневого. Твердость низкая. Рельеф ниже, чем у золота, галенита, но выше, чем у гессита, Спайность наблюдается в одном направлении.

От HNO_3 образуется светло-коричневый налет, FeCl_3 —становится коричневым. Спектральным путем в чисто отобранном под бинокуляром теллуридах установлено повышенное содержание золота, что обусловлено, по-видимому, присутствием в них калаверита, сильванита и других золотосодержащих теллуридов.

Сильванит Au,AgTe_4 (хим. состав: Au —24,18%, Ag —13,23%, Te —62,59%) довольно часто встречающийся минерал в рудах полиметаллической стадии минерализации. Почти всегда находится в тесной ассоциации с золотом, гесситом, калаверитом, висмутином и другими теллуридами и сульфосолями. Совместно с калаверитом, петцитом, нагиагитом и гесситом является носителем части золота. Представлен тонкозернистыми агрегатами и идиоморфными зернами с характерными полисинтетическими двойниками, что хорошо наблюдается двуотражением и анизотропией. Очень часто развивается по трещинкам пирита и ассоциирующих с ним минералов; галенита, сфалерита, блеклой руды. Размер изолированных зернистых агрегатов составляет сотые и тысячные доли миллиметра. Сильванит окаймляется гесситом.

Отражательная способность (по $R_{\max}$) выше, чем R пирита, $R_{\min}$ же приближается к R халькопирита. Двуотражение отчетливое, которое хорошо наблюдается на сдвойникованных зернах и зернистых агрегатах как в воздухе, так и в иммерсии, при этом отчетливо выражен цветной эффект двуотражения — от светло-кремово-белого до темно-кремового, кремово-бело-коричневого. Сильно анизотропный с цветным эффектом от грязного серовато-коричневого до светлого серовато-белого. Твердость низкая. Рельеф выше гессита, петцита, калаверита, алтанта. Спайность наблюдается в двух направлениях.

От HNO_3 (1 : 1) становится коричневым, конц. HNO_3 —темно-серо-коричневым. Травлением HNO_3 линии спайности становятся более четко наблюдаемыми. От FeCl_3 приобретает светло-желто-бурую окраску.

Петцит Ag_3AuTe_2 (хим. состав в %: Au —25,5; Ag —42,00, Te —32,5). Встречается редко в золото-теллуровой ассоциации. Нередко находится в тесных сростаниях с гесситом, причем в таких случаях в них часты многочисленные включения и прожилочки золота. Аналогичное явление описывается А. И. Фрачом на месторождении Ботес (Трансильвания) и объясняется распадом петцита на гессит и золото.

Отражательная способность такая же, как у гессита или незначительно ниже. Изотропный. Цвет галениново-белый, по сравнению с гесситом слегка голубоватый (гессит коричневый). От галенита отличается едва заметной низкой отражательной способностью и более голубоватым, серо-фиолетовым оттенком. Твердость низкая. Рельеф выше гессита и алтанта. От HNO_3 —вскипает, HCl и FeCl_3 —радужный налет.

По структурным взаимоотношениям с гесситом и золотом является ранним образованием, а по сравнению с теллуrowисмутитом, алтаитом, нагнагитом—поздним. Скопление, где определился этот минерал по данным спектрального анализа, содержало Au, Ag, Pb, Sb, Te, Bi, что подтверждает правильность микроскопического определения петцита.

Нагнагит $Pb_5Au_4(TeSb)_4S$ (хим. состав в %: Au—10, 16—7, 21; Pb—57,2—51,18; Sb—7,39—6,05; S—10,76—8,62; Te—29,88—17,72). Встречается спорадически совместно с золотом, гесситом, петцитом, калаверитом. Образует пластинчатые, листоватые, иногда изогнутые выделения с прямоугольными очертаниями, а также зернистые агрегаты размером 0,02—0,03 мм в длину.

Очень часто тесно срастается с калаверитом, золотом и нередко все вместе замещают блеклую руду, галенит, пирит. Взаимоотношение нагнагита и ассоциирующих с ним минералов показывает, что он образовался раньше калаверита, гессита, золота, но после полиметаллов.

Отражательная способность как у галенита. Двуотражение слабое, в иммерсии усиливается, особенно на зернистых агрегатах с поперечными сечениями зерен. Слабо анизотропный. По цвету похож на галенит: серовато-белый, серый. В сростаниях с галенитом голубой оттенок выражен сильнее. Твердость низкая. Погасание близко к прямому. От HNO_3 образуется иризирующий налет, от царской водки—частично иризирует. Анализ смеси изучаемого минерала с другими теллуридами, кроме золота, теллура и серебра, показал значительное количество сурьмы. Отсутствие в анализируемой смеси других минералов сурьмы подтверждает правильность микроскопического определения нагнагита.

Гессит Ag_2Te (хим. состав в %: Ag—62,87%; Te—37,17%). Относительно распространенный теллурид среди обнаруженных минералов. Ассоциируется с золотом, калаверитом, алтаитом, сильванитом. Особенно тесные сростки образует с петцитом, калаверитом и золотом. Представлен зернистыми агрегатами неправильной формы, иногда листовато-зернистого сложения. Цвет под биноклем стально-серый, с металлическим блеском. Мягкий.

Очень часто в полях гессита наблюдаются тонкие червеобразные, беспорядочно расположенные выделения калаверита и золота. Аналогичное явление наблюдается на Зодском месторождении. Подобные взаимоотношения золота, гессита и петцита описывается Е. П. Негуре и В. К. Земел на месторождении Ключа Красного Верхнеангарского района. Гессит образует каемки и прожилки в агрегатах сильванита, алтаита, теллуrowисмутита, следовательно, выделяется после них. Нередко совместно с ассоциирующими теллуридами заполняет трещины и межзерновые пространства пирита, блеклых руд, галенита, сфалерита.

В отраженном свете характеризуется светло-коричневым цветом, близкой к галениту отражательной способностью, заметным двуотражением с цветным эффектом в серо-синих, светло-коричневых тонах, отчетливой анизотропией с цветным эффектом в темно-оранжевых, темно-се-

ро-синих тонах. При этом анизотропия пятнистая. Твердость низкая, ниже, чем у ассоциирующих с ним остальных теллуридов.

Травится HNO_3 (иризирует, чернеет), HCl (слегка чернеет), FeCl_3 (иризирует).

А л т а и т PbTe . Встречается с другими теллуридами и часто сростается с гесситом и теллуrowисмутитом. Кроме небольших скоплений, образует также тонко рассеянные включения в полях галенита. Микроскопически оловянно-белый с желтоватым оттенком минерал. Хрупок. Излом неровный.

В отраженном свете белый с нежно-зеленоватым оттенком. Отражательная способность выше пирита, сильванита, теллуrowисмутита, но ниже золота, почти как у калаверита. Изотропный, низкой твердости. От HNO_3 вскипает и темнеет; HCl и FeCl_3 —тускнеет, иризирует. По сравнению с гесситом, калаверитом, сильванитом образовался несколько раньше, близко—одновременно с теллуrowисмутитом, но позже, чем галенит, блеклые руды и другие сульфосоли.

Т е л л у р о в и с м у т и т Bi_2Te_3 . Сравнительно редко встречающийся теллурид в ассоциации алтаита, калаверита, гессита, нагнагита, золота, висмутина. Образует тесные сростания с алтаитом. Представлен пластинчатыми, таблитчатыми агрегатами и самостоятельными пластинками размерами в сотые и тысячные доли миллиметра.

В отраженном свете цвет белый с розоватым оттенком (розовый оттенок хорошо наблюдается в сростках с алтаитом), отражательная способность выше пирита, ниже алтаита. Двуотражение слабое, анизотропия заметная. Твердость низкая. Имеются следы спайности.

От HNO_3 —тускнеет, чернеет HCl —серый, коричневый, FeCl_3 —серый или иризирует.

Образовался раньше всех ассоциирующих с ним теллуридов и сульфосолей полиметаллической стадии.

Таким образом, описанные выше теллуриды в парагенезисе с другими сульфидами и сульфосолями свидетельствуют о сложности и многокомпонентности рудоносных растворов полиметаллической стадии, минерализация, которой завершается выпадением теллуридов и золота.

Полученные новые данные по минералогии руд позволяют месторождение отнести к Трансильванскому типу, более интересный аналог которого находится в пределах Севано-Амасийской структурно-металлогенической зоны.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Ա. Ի. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ ԵՎ Զ. Զ. ԱՄԻՐՅԱՆ

Հայկական ՍՍՌ Մեդաճուրի ոսկու հանքավայրում ոսկու, ագժարի, բիսմութի
և կապարի «Ելուցիդներ» հայանաբերման մասին

Հոդվածը նվիրված է Հայկական ՍՍՌ ոսկու հանքավայրերից մեկում միներալային նոր՝
 $\text{Au}-\text{Ag}-\text{Bi}-\text{Te}-\text{Pb}$ ասոցիացիայի հայտնաբերմանը և այդ ասոցիացիան կազմող մի շարք
տեղուրիդների մանրամասն նկարագրությանը:

Դեռևս դաշտային պայմաններում հեղինակների ուշադրությունը գրավեցին մետաղական ուժեղ փայլով հանքային միներալների ոչ մեծ կուտակումներ, որոնց սպեկտրալ ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին ոսկու, արծաթի, բիսմութի, տելուրի և կապարի բավականին մեծ պարունակություններ:

Այդ հանքանյութերից պատրաստված հզկած նմուշների մանրամասն միկրոսկոպիկ ուսումնասիրությունները պարզեցին, որ վերը նշված կուտակումները ներկայացնում են հեսիտի, կալավերիտի, սիլվանիտի, ալթայիտի, նագիպիտի, պետցիտի և տելուրոբիսմութիտի սերտ հարածումներ, որոնց դաշտերում մեծ քանակությամբ տարածված են բնածին ոսկու զանազան ձևի և մեծության հատիկներ:

Բնածին ոսկին հրքեմն որդանման անջատումների ձևով դարպանում է հեսիտի դաշտերում, իսկ վերջինս առաջացնում է տեղակալման ստրուկտուրաներ պետցիտի հետ: Նման պատկեր է նկատվում նաև կալավերիտի և հիսիտի փոխհարաբերություններում:

Բերված միներալոգիական հետազոտություններով պարզվում է, որ ոսկու որոշ մասը նկարագրվող հանքավայրում ներկայացված է տելուրիդների ձևով և որ հանքավայրն իր հանքանյութերի միներալոգիական կազմով նման է Տրանսիլվանյան հանքավայրերի (Նագիադ, Զլատնա, Շեմնից և այլր) տիպին, որոնց առաջինը է հանդիսանում նաև Զոլի հանքավայրը Սևանո-Ամասիայի մետալոգենիկ զոնայում:

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. Х. Чайлахян, чл.-корр. АН Армянской ССР, Л. П. Хлопенкова и В. Н. Ложникова

О специфичности реакции розеточных растений
на действие гиббереллина

(Представлено 20/VIII 1963)

Одной из наиболее ярко выраженных реакций на действие гиббереллина на растения является реакция розеточных растений длиннопдневных видов и некоторых озимых форм и двухлетников. При обработке центральной почки розеточных растений длиннопдневных видов—рудбекии (*Rudbeckia bicolor*, *R. speciosa*), табака Сильвестрис (*Nicotiana silvestris*), а также рапса озимого (*Brassica napus*, *v. oleifera*) и двухлетников—белены (*Hyoscyamus niger*), золотой розги (*Solidago virga aurea*) и других начинается формирование стеблей и образование цветочных органов у длиннопдневных видов на коротком дне и у озимых и двухлетников на длинном дне (¹⁻⁵).

Особенно чувствительными к действию гиббереллина оказались розеточные растения рудбекии (*R. bicolor*) в условиях короткого дня, что сделало возможным их использование в качестве опытных объектов в биологической пробе на обнаружение и определение гиббереллиноподобных веществ в экстрактах из микроорганизмов и высших растений (⁶⁻⁹).

Испытание действия других физиологически активных веществ показало, что гетероауксин, альфа-нафтилуксусная кислота, витамин С (аскорбиновая кислота), витамин В₁ (тиамин) и провитамин А (каротин) не вызывают образования стеблей в условиях короткого дня, и растения рудбекии остаются в фазе розетки (^{10,11}).

В опытах с *R. speciosa* Ничу и Харада (¹²) удалось вызвать образование стеблей и цветение растений в условиях короткого дня при обработке розеток этого вида рудбекии фурфуроловым спиртом. Однако тщательная проверка, проведенная нами на розеточных растениях (*R. bicolor*), на центральные почки которых фурфуроловый спирт наносился как в виде капель водного раствора, так и путем наложения ланолиновой пасты не подтвердила этого, так как во всех опытных вариантах растения в условиях короткого дня оставались в фазе розетки.

В целях выяснения характера реакции розеточных растений рудбекии (*R. bicolor*) на действие других соединений нами в сезон 1962 го-

да в вегетационном домике Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева Академии наук СССР испытывалось влияние целого ряда физиологически активных веществ и некоторых других соединений. Испытывались: 1) гиббереллин (гибберелловая кислота); стимуляторы и ингибиторы роста, 2) индолилмасляная кислота, 3) трихлорфеноксуксусная кислота, 4) гидразид малеиновой кислоты, 5) коричная кислота; метаболиты и антиметаболиты обмена нуклеиновых кислот, 6) кинетин, 7) аденин, 8) урацил, 9) гипоксантин, 10) 5-бром урацил, 11) хлорамфеникол; полифенолы, 12) пирокатехин, 13) смесь катехинов, 14) гидрохинон, 15) ванилин, 16) танин, 17) пара-оксибензальдегид; органические кислоты жирного и ароматического ряда, 18) фумаровая, 19) янтарная, 20) шикимовая, 21) хинная, 22) салициловая, 23) кофейная, 24) феруловая; витамины, 25) В₂ (рибофлавин), 26) РР (никотиновая кислота), 27) В₁ (тиамин), 28) пантотеновая кислота; антибиотики, 29) пенициллин, 30) биомицин, 31) тетраамицин. Кроме этих групп веществ, испытывались также 32) триптофан, 33) рибонуклеаза и 34) кумарин.

Растения рудбекии были пересажены из пикировочных ящиков в глиняные 14-сантиметровые вазоны в марте месяце и все время содержались в условиях короткого 9-часового дня. Опыт был начат 9/V, когда крупные 2-месячные розеточные растения начали обрабатывать водными растворами испытуемых веществ — на центральную почку каждой розетки ежедневно наносилась одна капля раствора. Такая обработка продолжалась до 20/VII, т. е. в течение 72 дней.

В начале опыта концентрация растворов большинства веществ была 0,005%, через 4 недели после начала опыта она была увеличена до 0,01%; концентрация раствора гиббереллина в течение всего времени опыта была 0,005%, раствора кинетина—0,001%; в случае антибиотиков и стрептоцида одна таблетка вещества растворялась в 10 см воды, причем добавлялся смачиватель Tween80. В каждом варианте опыта было по четыре растения; в контрольном варианте растения обрабатывались водой. Опыт проводился в условиях короткого 9-часового дня.

Из всех испытанных веществ только гиббереллин оказал обычное влияние — розеточные растения стрелковали 4/VI, бутонизировали 14/VI и цвели 16/VII. Растения всех остальных вариантов оставались в фазе розетки, так как ни одно из взятых веществ не вызвало образования стеблей и последующего цветения растений в условиях короткого дня.

Спустя 50 дней после начала опыта все растения были на 12 суток — с 28/VI по 10/VII — поставлены на длинный 18-часовой день и по истечении этого периода индукции вновь возвращены в условия короткого дня. Индукция длинным днем в течение 12 суток вполне достаточна для перехода растений рудбекии к генеративному развитию; поэтому, как контрольные, так и опытные растения образовали стебли и цветочные органы. У контрольных растений образование стеблей было 5/VII и бутонизация—3/VIII; опытные растения большинства вариантов проходили эти фазы примерно в те же сроки с небольшими отклонениями. Однако ра-

стения некоторых вариантов бутонизировали раньше контрольных и к концу опыта зацвели, тогда как растения других вариантов, наоборот, отстали по фазам развития от контрольных экземпляров.

Вместе с тем наметились различия по росту стеблей в различных опытных вариантах между собой и по отношению к контролю. Полученные данные по росту и развитию растений на 10/VIII, когда опыт был закончен, приводятся в таблице, в которой все варианты опыта распределены в четыре группы в зависимости от скорости развития и от конечной высоты стеблей растений.

Таблица
Влияние физиологически активных веществ на рост и развитие рудбекии при фотопериодической индукции

№ п/п	Вещество	Высота растений в см
<i>1 группа. Высокорослые растения в фазе цветения</i>		
1	Триптофан	70
2	Трихлорфеноксуксусная кислота	54
3	Пирокатехин	59
4	Гидрохинон	57
5	Ванилин	57
6	Салициловая кислота	61
<i>2 группа. Высокорослые растения в фазе бутонизации</i>		
7	β-Индолил-масляная кислота	48
8	Гидразид малеиновой кислоты	56
9	Коричная кислота	48
10	Рибонуклеаза	64
11	Гипоксантин	50
12	Урацил	48
13	5-бромурацил	46
14	Катехин	64
15	Пара-оксибензальдегид	51
16	Смесь танинов	49
17	Феруловая кислота	58
18	Янтарная кислота	58
19	Шикимовая кислота	53
20	Хинная кислота	55
21	Рибофлавин	51
<i>3 группа. Среднерослые растения — в фазе бутонизации</i>		
22	Контроль, вода	43
23	Кинетин	44
24	Аденин	43
25	Хлорамфеникол	39
26	Фумаровая кислота	41
27	Кофейная кислота	43
28	Никотиновая кислота	41
29	Витамин В ₁	38
30	Пенициллин	41
31	Кумарин	43
<i>4 группа. Малорослые растения в фазе бутонизации</i>		
32	Пантотеновая кислота	30
33	Биомицин	30
34	Террамицин	23

Состояние растений первой и второй групп сравнительно с контрольными экземплярами представлено на фиг. 1 и 2.

Растения первой группы, обработанные растворами триптофана, салициловой кислоты, гидрохинона и других соединений, заметно отличаются от контрольных растений и более интенсивным ростом и более ускоренным развитием цветочных органов. Совершенно очевидно, что в дополнение к индуцирующему действию длинного дня эти вещества оказали значительное стимулирующее влияние на рост стеблей и на развитие цветочных органов. Растения второй группы, обработанные растворами рибонуклеазы, 5-бромурацила, гипоксантина и других веществ, в меньшей мере отличаются от контрольных растений, обладая несколько более интенсивным ростом. Эти вещества также оказывали стимулирующее действие на рост стеблей в дополнение к индуцирующему влиянию длинного дня.

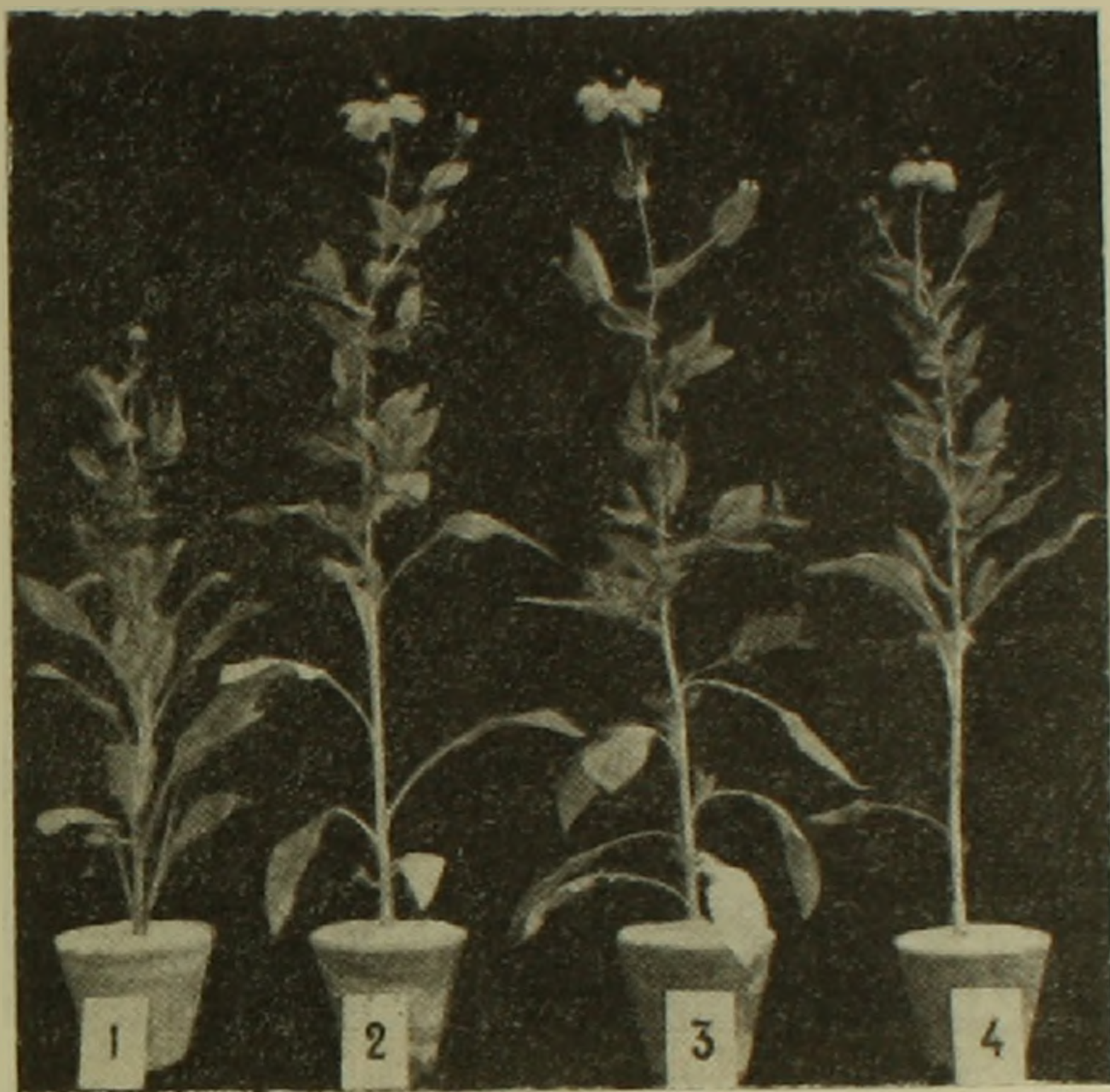
Состояние растений третьей и четвертой групп представлено на фиг. 3 и 4.

Растения третьей группы, обработанные растворами хлорамфеникола, пенициллина, тиамина и других веществ, в общем не отличаются по росту и развитию от контрольных растений. Наконец, растения четвертой группы, обработанные растворами биомицина, тетрациклина и пантотеновой кислоты, резко отстают в росте от контрольных, что указывает на подавляющее рост действие этих веществ.

Проведенные опыты не дают достаточно полной характеристики действию различных веществ на ускорение роста стеблей рудбекии, так как все они брались только в одной концентрации. Хорошо известно, что одно и то же вещество, взятое в различной концентрации, может оказывать различное действие. В ранее поставленном опыте (¹¹) водные растворы гидразида малеиновой кислоты и коричной кислоты, взятые в более высокой концентрации (0,1%), чем в настоящих опытах, оказывали уже не стимулирующее, а задерживающее действие на рост стеблей рудбекии.

Тем не менее, результаты, полученные в настоящей работе, позволяют сделать следующие два вывода: 1) реакция розеточных растений рудбекии в условиях короткого дня на действие гиббереллина (гибберелловой кислоты) и гиббереллиноподобных веществ, извлеченных из тканей высших растений, является специфической и не вызывается действием многих стимуляторов и ингибиторов роста, метаболитов и антиметаболитов обмена нуклеиновых кислот, полифенолов органических кислот, витаминов и антибиотиков; 2) стимулирующее действие на рост стеблей и цветение розеточных растений рудбекии, индуцированных длинным днем, оказывают триптофан, трихлорфеноксиуксусная кислота и некоторые полифенолы — пирокатехин, гидрохинон и ванилин.

Эти выводы свидетельствуют о том, что реакция розеточных растений рудбекии в условиях короткого дня может быть широко использована в качестве биопробы для выявления гиббереллинов и гиббереллиноподобных веществ в выделениях микроорганизмов и в тканях высших растений. Само специфическое действие гиббереллина на образование стеб-



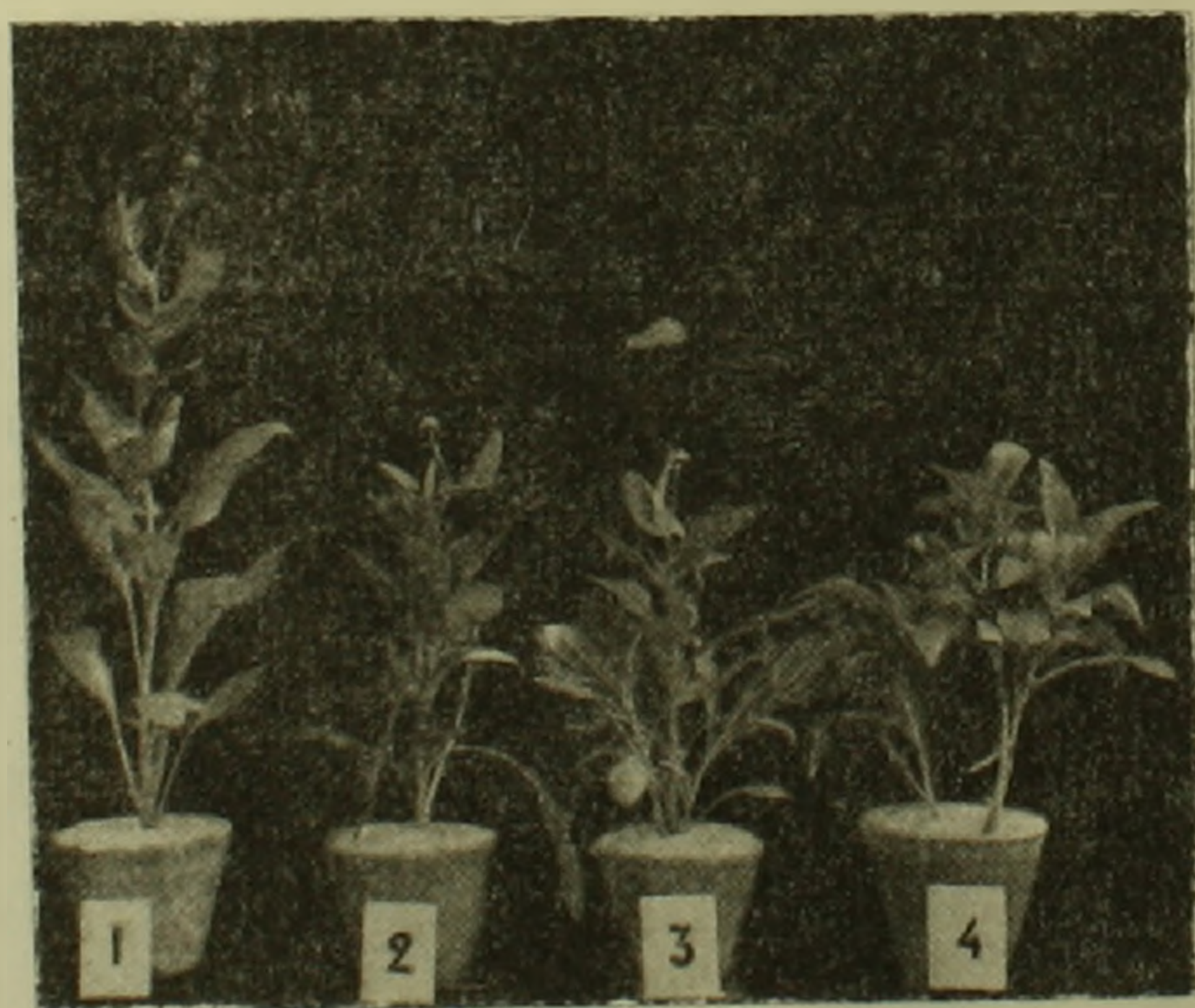
Фиг. 1. Влияние триптофана и других веществ на рост и цветение растений рудбекии, получивших индукцию длинным днем. 1—контроль, обработка растворами. 2—триптофана; 3—салициловой кислоты; 4—гидрохинона. (Фото 9/VIII 1962).



Фиг. 2. Влияние рибонуклеазы и метаболитов обмена нуклеиновых кислот на рост растений рудбекии, получивших индукцию длинным днем. 1—контроль, обработка растворами, 2—рибонуклеазы, 3—бромурацила; 4—гипоксантина. (Фото 9/VIII 1963).



Фиг. 3. Влияние различных физиологически активных соединений на рост растений рудбекии, получивших индукцию длинным днем. 1 — контроль; обработка растворами; 2 — хлорамфеникола; 3 — пенициллина; 4 — тиамина, (Фото 9/VIII 1963).



Фиг. 4. Влияние пантотеновой кислоты и антибиотиков на рост растений рудбекии, получивших индукцию длинным днем; 1 — контроль; обработка растворами; 2 — биомицина; 3 — тетраамицина; 4 — пантотеновой кислоты. (Фото 9/VIII 1963).

лей у розеточных растений длиннодневных видов в условиях короткого дня представляет большой интерес и должно явиться предметом специального сравнительного изучения действия гиббереллина и других физиологически активных веществ, стимулирующих рост растений.

Институт физиологии растений
им. К. А. Тимирязева
Академии наук СССР

Մ. Խ. ԶՄՅԱՆՅԱՆ, Լ. Պ. ԽԼՈՊԵՆԿՈՎԱ ԵՎ Վ. Ն. ԼՈՅՆԻԿՈՎԱ

Փնջավորված բույսերի ռեակցիայի առանձնահատկություններ գիբերելինի ներգործման դեպքում

Ֆիյալ աշխատության մեջ ցուցադրվում է այն, որ ռուդբեկիայի (*Rudbekia bicolor*)) փնջավորված բույսերի ռեակցիան գիբերելինի և բարձր բույսերի հյուսվածքից ստացված գիբերելինանման նյութերի վերաբերյալ յուրահատուկ երևույթ է և չի առաջանում աճման ստիմուլյատորների և ոչ էլ ինգիբիտորների, նույնիսկ թթուների փոխանակության, մետաբոլիտների և հակամետաբոլիտների, պոլիֆենոլների, օրգանական թթուների, վիտամինների և անտիբիոտիկների ազդեցության տակ: Մինևույն ժամանակ պարզվում է, որ երկար օրվան ենթարկված ռուդբեկիայի փնջավորված բույսերի աճմանը և ծաղկմանը նպաստում են տրիպտոֆանը, երբլորֆենօբսիքացախաթթուն և որոշ պոլիֆենոլներ՝ պիրոկատեխինը, հիդրոխինոնը և վանիլինը:

Այս եզրակացությունը վկայում է այն մասին, որ ռուդբեկիայի փնջավորված բույսերի ռեակցիան կարճ օրվա պայմաններում կարող է լայն կերպով օգտագործվել իբրև բիոտեստ՝ միկրոօրգանիզմների և բարձր բույսերի գիբերելիններ և գիբերելինանման նյութեր հայտնաբերելու համար:

Л И Т Е Р А Т У Р А Ч Р Ե Ս Կ Ե Ն Ո Ւ Ր Ե Յ Ո Ւ Ն

¹ М. Х. Чайлахян, ДАН СССР, т. 117, № 6, 1077 (1957), Ботанический журнал, т. 43, № 7, стр. 1077 (1953). ² Р. Бунсов и Р. Хардер, Naturwissenschaften, 1957, 44, 16. ³ П. Вуар, Bull. soc. bot. France, 1958, 105, 135. ⁴ А. Ланг, Naturwissenschaften, 1956, 43, № 11, 257; 1956, 43, № 12, 284; 43, № 23, 544 Proceedings of the National Academy of sciences, 1957, 43, № 8, 709. ⁵ С. Х. Бутвер, М. И. Буковак, Х. М. Селл и Л. Е. Веллер, Plant physiology, 1957, 32, № 1, 39. ⁶ Н. А. Красильников, М. Х. Чайлахян, Г. К. Скрыбин, Ю. П. Хохлова, И. В. Улезло Т. Н. Консантинова, ДАН СССР, т. 130, № 4, стр. 922 (1960). ⁷ М. Х. Чайлахян, Н. А. Красильников, И. А. Кучаева, А. Г. Иванов, Л. П. Хлопенкова, И. В. Асеева, Б. Ф. Кравченко, Физиология растений, 1960, № 7, в. 1, стр. 112. ⁸ М. Х. Чайлахян и В. Н. Ложникова, Физиология растений, 1960, т. 7, в. 5, стр. 521, И; 1962, т. 9, в. 1, стр. 21. ⁹ М. Х. Чайлахян, Т. В. Некрасова, Л. П. Хлопенкова и В. Н. Ложникова, Физиология растений, 1963, т. 10, в. 4, стр. 465. ¹⁰ М. Х. Чайлахян, ДАН СССР, т. 74, № 2, стр. 381 (1950). ¹¹ М. Х. Чайлахян, Л. П. Хлопенкова, ДАН СССР, т. 129, № 2, стр. 454 (1959); т. 141, № 6, стр. 1497, (1961). ¹² У. Т. Нумр и Х. Харга, Bull. soc. botan. France, 1958, 105, 319.

ЭНТОМОЛОГИЯ

В. А. Рихтер

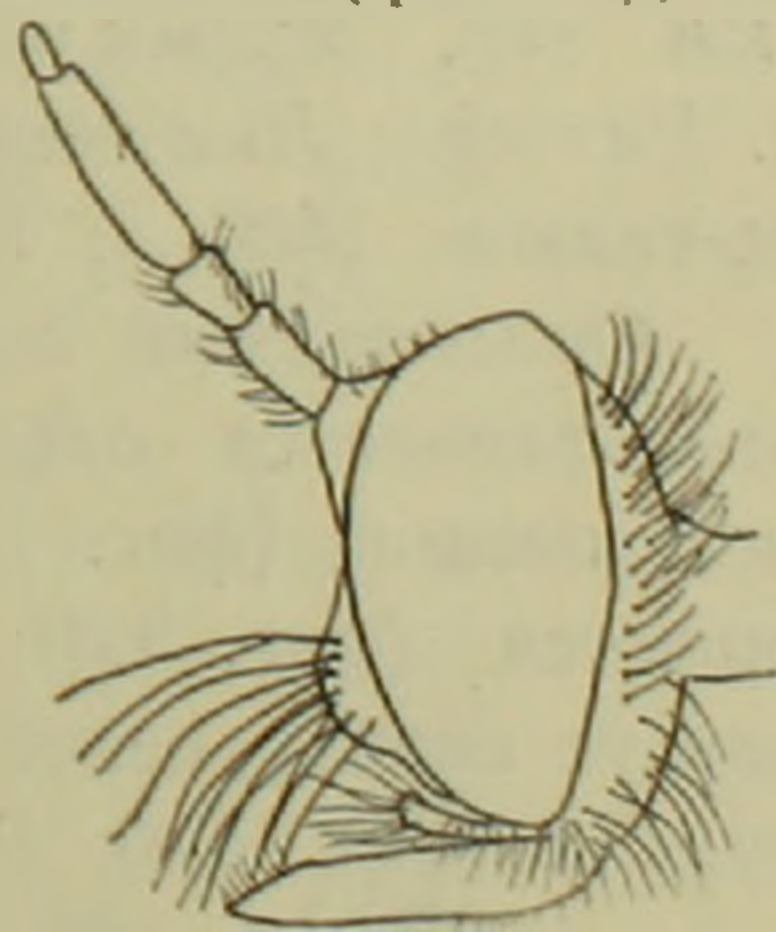
Новые и малоизвестные виды ктырей (*Diptera Asilidae*)
в фауне Закавказья

(Представлено академиком АН Армянской ССР В. О. Гулканяном 16/VII 1963)

Изучение видового состава и ландшафтного распределения ктырей (*Diptera, Asilidae*) Кавказа обнаружило большое богатство и разнообразие фауны ктырей исследуемой территории. Ниже приводятся результаты обработки коллекционных материалов Зоологического института АН СССР и Зоологического института АН Армянской ССР: описываются два вида, ранее не известные для науки, и несколько видов отмечаются впервые для фауны Кавказа.

Типы описанных видов хранятся в коллекции Зоологического института АН СССР в Ленинграде.

Dioctria arnoldii V. Richt., sp. n. Лицо в серебристо-белой пылице, с черной блестящей продольной полосой, проходящей по его середине от основания усиков до лицевой бороды; лоб, бугорок, несущий усики, и теменной бугорок блестящие, черные; лоб по бокам с несколькими короткими черными волосками; глазковые щетинки очень короткие, белые; лицевой бугорок заметно выступающий (фиг. 1), лицевая борода черная и у ♂, и у ♀; хоботок черный, в основании снизу в белых волосках; щупики черные, в густых черных волосках; бакенбарды и затылочные щетинки черные. Усики черные; их базальный членик более чем в два раза длиннее 2-го; оба базальных членика усиков в густых черных волосках; 3-й членик усиков с 2—3 волосками.



Фиг. 1. *Dioctria arnoldii* V. Richter, sp. n. Голова в профиль.

Среднеспинка черная, блестящая, в золотисто-желтых стоячих коротких волосках; боковые щетинки среднеспинки черные, смешанные с желтовато-белыми. Щиток черный, блестящий, в редких желтовато-белых волосках. Бочки груди черные, блестящие, с широкой полосой из желтовато-серой пылицы, покрытой золотисто-желтыми волосками, занимающей передний край стерноплевр, передний, верхний и задний края мезоплевр, задний верхний край стерноплевр и заднюю половину гипоплевр.

Ноги в прилегающих золотистых волосках и красновато-желтых щетинках; передние и средние бедра красновато-желтые, с черным основанием; задние бедра черные, с узко-красной вершиной; бедра в светло-желтых торчащих волосках, без щетинок; задние бедра снизу в очень густых светло-желтых волосках; передние и средние голени красновато-желтые, с черной вершиной; задние голени черные с более или менее широким красным основанием; лапки черные; коготки красновато-желтые с черной вершиной; пульвиллы светло-желтые; базальный членик задних лапок сильно утолщенный, равен длине последующих 4 члеников лапки, вместе взятых.

Крылья слегка буроватые, их передний край между основанием крыла и средней поперечной жилкой темно-бурый; средняя поперечная жилка расположена перед серединой дискоидальной ячейки. Жужжальца желтые.

Брюшко черное, блестящее; его тергиты в коротких прилегающих, светло-желтых волосках; стерниты в коротких прилегающих и длинных торчащих светло-желтых волосках. Гипопигий ♂ черный, в густых черных волосках, не инвертированный; эпандрий не разделен на половины, на вершине с обоих краев с узким выступом (фиг. 3,1); церки не слиты, в густых тонких волосках; базальный членик гонопод массивный с удлинением изогнутым вентральным отростком, в длинных щетинках (фиг. 3,2); дистальный членик гонопод длинный, узкий, на вершине слегка расширен и изогнут (фиг. 3,3); гипандрий большой, с прямым задним краем, в длинных густых щетинках (фиг. 3,4); эдеагус сверху перед вершиной с двумя большими килевидными выступами (фиг. 3,5).

Длина тела 12—15 мм.

Материал: Армения: Мегри, 7/VI 1955, 1 ♂ (Загуляев); Кизилдаш Кафанск. р-на, 17/VI 1955, 1 ♂ (Загуляев). Азербайджан, Талыш: 3 км зап. Ярдимлы, 17/V 1959, 2 ♂♂, 1 ♀, среди них голотип (В. Рихтер); Люлякеран, 13/V 1909, 1 ♀ — аллотип (Кириченко); г. Нюдис-галаси, 1400 м, 12/VI 1936, 2 ♀♀ (К. Арнольди).

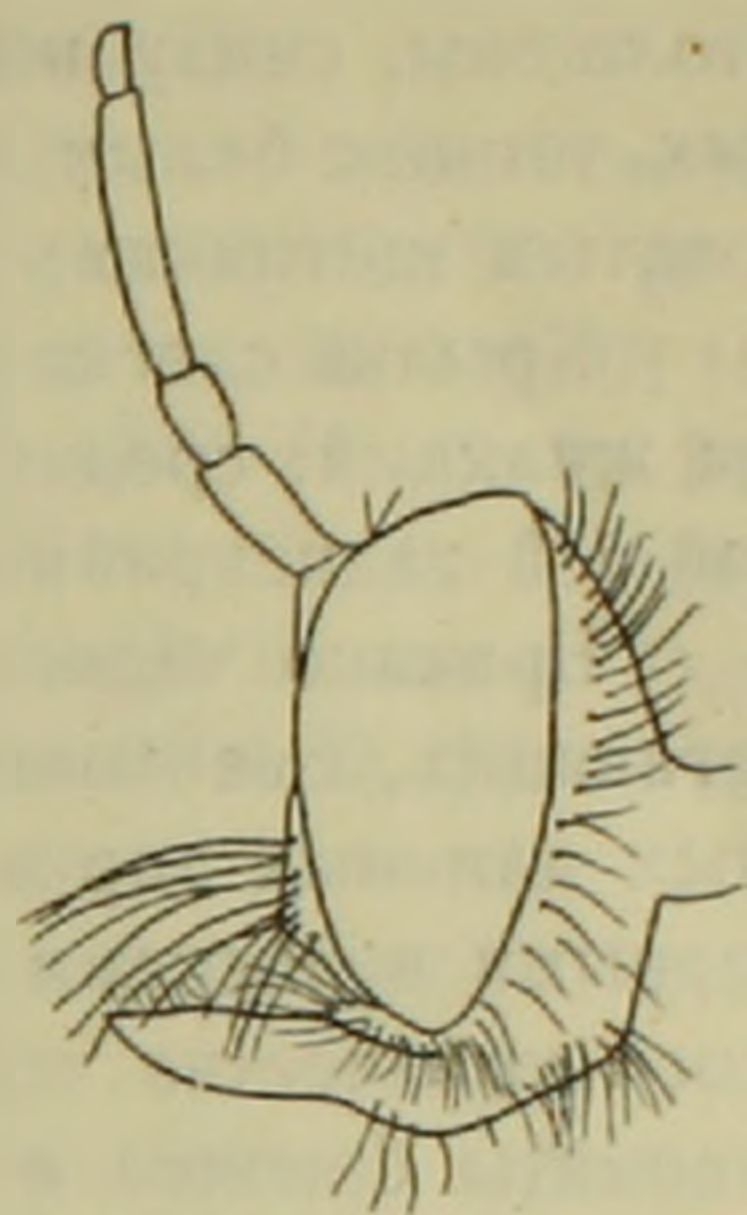
Описываемый вид близок *Dioctria arthritica* Loew (1), от которого отличается следующими признаками: лицевой бугорок заметно выступающий (фиг. 1); дистальный членик гонопод на вершине не суживается (фиг. 3,3); гипандрий с прямым задним краем (фиг. 3,5); эдеагус сверху перед вершиной с двумя большими килевидными выступами (фиг. 3,4). У *D. arthritica* Loew лицевой бугорок слабо выступающий (фиг. 2); дистальный членик гонопод на вершине сужен; гипандрий с небольшой, но отчетливой вырезкой по середине заднего края; эдеагус сверху перед вершиной с двумя маленькими килевидными выступами.

Вид назван именем профессора Константина Владимировича Арнольди.

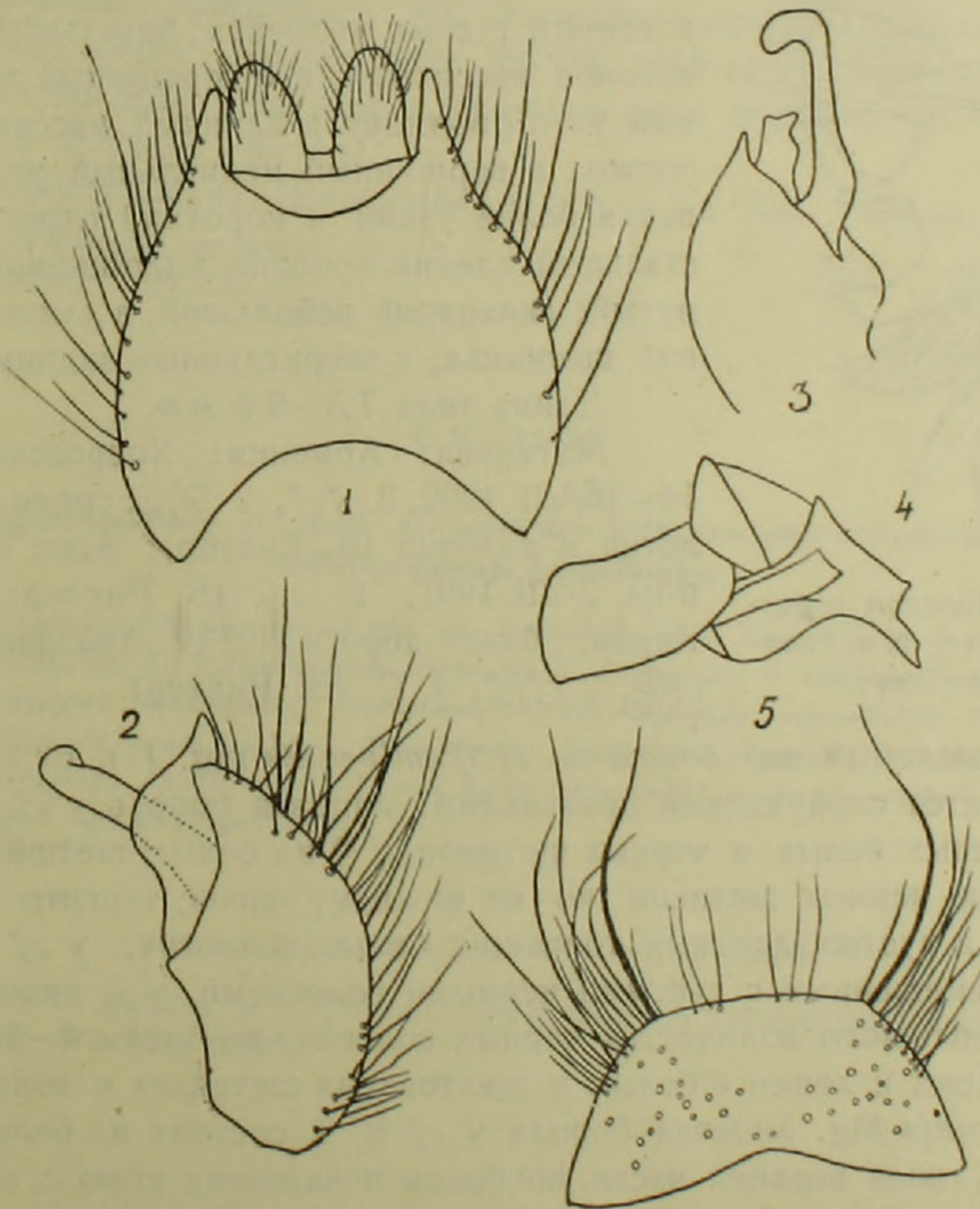
Holopogon cognatus V. Richter, sp. n. Лицо, лоб и темя в густой серебристо-белой пыли; лоб в густых и длинных белых, по бокам с примесью черных, волосках; глазковые щетинки белые, тонкие, волос-

ковидные; лицевая борода густая, у ♂ состоит из смешанных белых и черных щетинок, у ♀ из белых щетинок, лишь с примесью черных щетинок по ее нижнему краю; щупики черные; бакенбарды густые, белые; затылочные щетинки белые, смешанные с черными, длинные, волосковидные; задняя поверхность головы в длинных белых волосках. Усики черные, их два базальных членика в длинных белых волосках; длина аристы составляет $\frac{3}{5}$ длины 3-го членика усиков.

Среднеспинка в длинных стоячих белых волосках, в передней половине покрыта густой серебристо-белой пылью со срединной бурой полосой и боковыми бурыми полосами; боковые бурые полосы среднеспинки разбиты на два пятна серебристой опыленной поперечной полоской, проходящей по поперечному шву; позади поперечного шва среднеспинка в редкой серовато-белой пыли; щиток в длинных стоячих белых волосках; бочки груди в густых торчащих белых волосках.



Фиг. 2. *Dioctria arthrica* Loew. Голова в профиль.



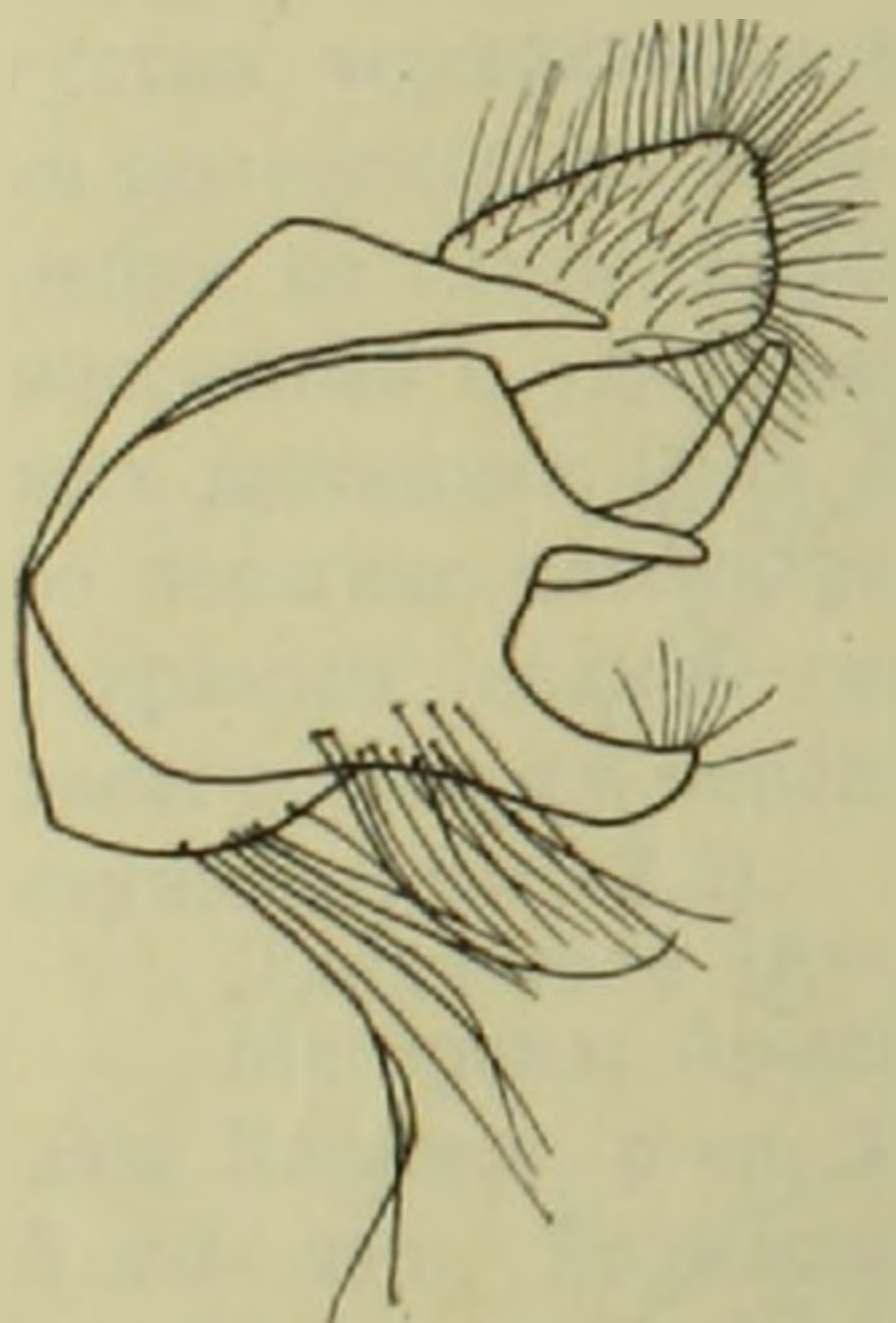
Фиг. 3. *Dioctria arnoldii* V. Richter, sp. n. Гипопигий. 1—эпандрий сверху; 2—гонопод снизу; 3—дистальный членик гонопод изнутри; 4—эдеагус сбоку; 5—гипандрий.

Ноги черные; бедра в тонких длинных белых волосках; голени в длинных белых щетинках и волосках; задние голени на вершине утолщены, снизу в густых желтоватых волосках; лапки сверху в длинных тонких белых щетинках, снизу в более коротких и толстых желтоватых щетинках; задние лапки утолщены.

Крылья слегка равномерно затемненные, сероватые, с темно-бурыми жилками; средняя поперечная жилка расположена перед серединой 1-й заднекрайней ячейки; жужжальца темно-желтые.

Брюшко черное, блестящее; его тергиты в очень коротких прилегающих, смешанных черных и светлых волосках, по бокам в густых длинных торчащих белых волосках, у ♂ смешанных с густыми черными волосками по бокам всех тергитов, у ♀ с примесью небольшого количества черных волосков лишь по бокам 4—5-го тергитов; стерниты брюшка в густых длинных белых волосках; 8-й стернит ♂ небольшой, слабо склеротизованный.

Гипопигий ♂ черный, в черных и белых волосках, не инвертированный (фиг. 4); обе половины эпандрия узкие, широко расставлен-



Фиг. 4. *Holopogon cognatus* V. Richter, sp. n. Гипопигий сбоку.

ные, соединены слабо склеротизованной мембраной; церки большие, в основании слиты, в тонких густых волосках; базальный членик гонопод массивный, его вершинный латеральный угол вытянут в длинный массивный отросток, а вершинный медиальный угол вытянут в более узкий и короткий отросток; дистальный членик гонопод уплощенный, вытянутый; гипандрий небольшой, в длинных тонких щетинках, с закругленным задним краем.

Длина тела 7,5—9,5 мм.

Материал: Армения: Хосровский лес, 14—16/VII 1962, 3 ♂♂, 2 ♀♀, среди них голотип и аллотип (В. Рихтер); Асни Вединск. р-на. 2/VII 1961, 2 ♀♀ (В. Рихтер); окр. с. Кярки, близ дороги от ст. Араздаян, 18/VI 1959, 2 ♂♂, 1 ♀ (В. Рихтер).

Описываемый вид похож на *H. fumipennis* Mg. (1), от которого он отличается следующими признаками: лицевая борода у ♂ состоит из смешанных белых и черных щетинок, у ♀ из белых щетинок, лишь с примесью черных щетинок по ее нижнему краю; тергиты брюшка по бокам в густых длинных торчащих белых волосках, у ♂ на всех тергитах смешанных с густыми черными волосками, у ♀ лишь с примесью небольшого количества черных волосков по бокам 4—5-го тергитов; голени и лапки в белых и желтоватых щетинках и волосках (у *H. fumipennis* Mg. лицевая борода у ♂ и ♀ состоит из белых, смешанных в своей верхней части, по бокам и нижнему краю с черными, волосков; волоски и щетинки на вершинах голеней и лапках черные;

тергиты брюшка по бокам в черных волосках, за исключением 1 и 2-го тергитов, покрытых по бокам белыми волосками).

Holopogon albosetosus Schin. Материал: Грузия: окр. Тбилиси, Ортачала, 11/VI 1958 (1 ♂; В. Зайцев); Тбилиси, 10/VI 1959 (1 ♀; В. Зайцев). Армения: Неркин Аличалу Мартунинск. р-на, 12, 19/VIII 1945 (1 ♂, 4 ♀♀; Тертерян); Ереван, Джрвеж, 27/VI 1957 (1 ♂; В. Рихтер); Ереван, ущелье речки Бердазор, 27/V 1961 (1 ♀; В. Рихтер); Асни Вединск. р-на, 2—3/VI 1959 (3 ♀♀; В. Рихтер); 18 км от Гориса по дороге на Кафан, ущелье реки Воротан, 19—22, 24/VI 1959 (6 ♂♂, 17 ♀♀; В. Рихтер).

Распространение: юг и юго-восток Европейской части СССР, Закавказье, Малая Азия.

Holopogon dimidiatus Mg. Материал: Армения: Ереван, Джрвеж, 27/VI 1957 (1 ♂; В. Рихтер); Ереван, ущелье речки Бердазор, 27/V 1961 (1 ♀; В. Рихтер); Асни Вединск. р-на, 2—3/VII 1959 (3 ♀♀; В. Рихтер).

Распространение: юго-восток Европейской части СССР, Закавказье. Центр и юг Зап. Европы.

Holopogon fumipennis Mg. Материал: Армения: Цаккар Мартунинск. р-на, берег озера Севан, 24/VIII 1945 (1 ♂; Тертерян); 18 км от Гориса по дороге на Кафан, ущелье реки Воротан, 20—24/VI 1959 (2 ♂♂, 5 ♀♀; В. Рихтер).

Распространение: Закавказье. Центр и юг Зап. Европы.

Зоологический институт
Академии наук СССР

Վ. Ա. ՌԻԽՏԵՐ

Գիշտականների (*Diptera, Asilidae*) նոր և բիչ հայտնի տեսակներ Անդրկովկասի ֆաունայից

Այս հոդվածում նկարագրված են գիշտականների երկու նոր տեսակներ *Diociria arnoldii* V. Richt., sp. n. և *Holopogon cognatus* V. Richt., sp. n. Անդրկովկասից:

Նկարագրված տեսակները համեմատված են հարակից տեսակների հետ և օժտված են հիմնական հատկանիշների նկարներով: Հոդվածում բերվում են նաև *Holopogon* սեռի Անդրկովկասից մինչև այժմ անհայտ երեք տեսակների աշխարհագրական տարածումը և կոլեկցիոն նյութերի ցուցակը:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆ ՈՒԹՅՈՒՆ

Е. Энгель, Asilidae, в: E. Lindner, Die Fliegen der palaarktischen Region, Stuttgart: 336—362; 374—386, 1930.

ФИЗИОЛОГИЯ

В. В. Фанарджян, Р. И. Погосян и В. А. Малоян

Вызванные потенциалы коры мозга на раздражение
ядер мозжечка

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР А. И. Карамяном 25/IX 1963)

Изучение организации мозжечково-корковой проекционной системы неминуемо включает анализ передаточных реле мозжечкового влияния на кору мозга и, в первую очередь, центральных ядер мозжечка. Указанный вопрос недостаточно изучен, несмотря на многочисленные электрофизиологические исследования мозжечково-корковых связей (¹⁻³).

В настоящем сообщении излагаются результаты изучения вызванной электрической активности коры мозга, возникающей на раздражение ядер мозжечка.

Опыты проводились на кошках, легко наркотизированных хлоралозой или ненаркотизированных и обездвиженных 'прокураном. Электрическая активность с поверхности коры мозга отводилась моно- или биполярно серебряными пуговчатыми электродами.

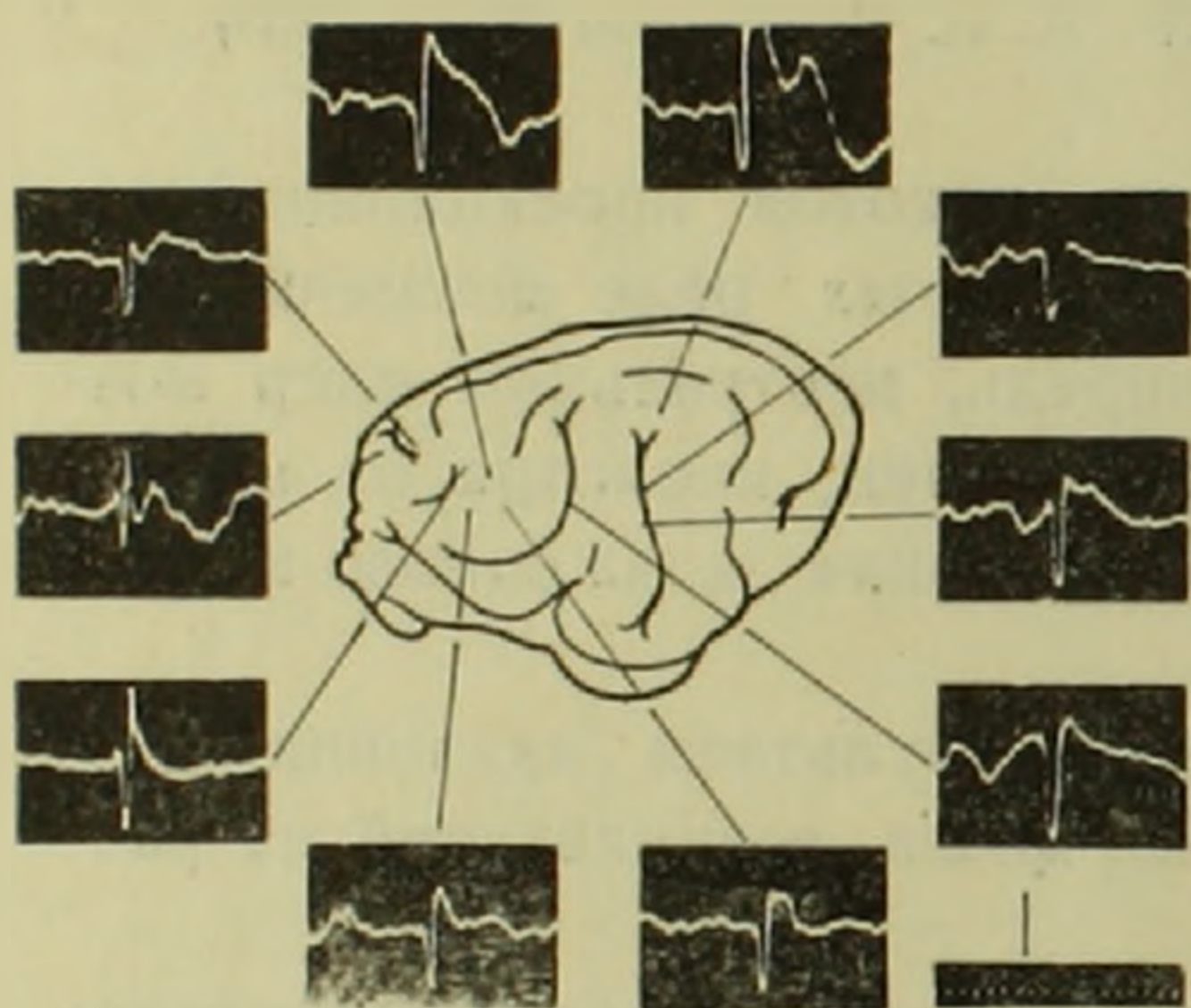
Электрическое раздражение ядер мозжечка производилось стальными, изолированными до кончика биполярными электродами (межполюсное расстояние равнялось 1,0 мм), которые ориентировались стереотаксическим аппаратом.

При сопоставлении эффектов раздражение различных ядер мозжечка одиночными прямоугольными стимулами было обнаружено, что вызванная активность коры мозга на стимуляцию ядра шатра (*n. fastigii*) слабо выражена и обычно маскируется ее фоновой электрической активностью. Наряду с этим, постоянные и хорошо выраженные вызванные потенциалы выявлялись на раздражение промежуточного (*n. interpositus*) и зубчатого (*n. dentatus*) ядер. Влияние мозжечка на кору мозга было преимущественно контралатеральным.

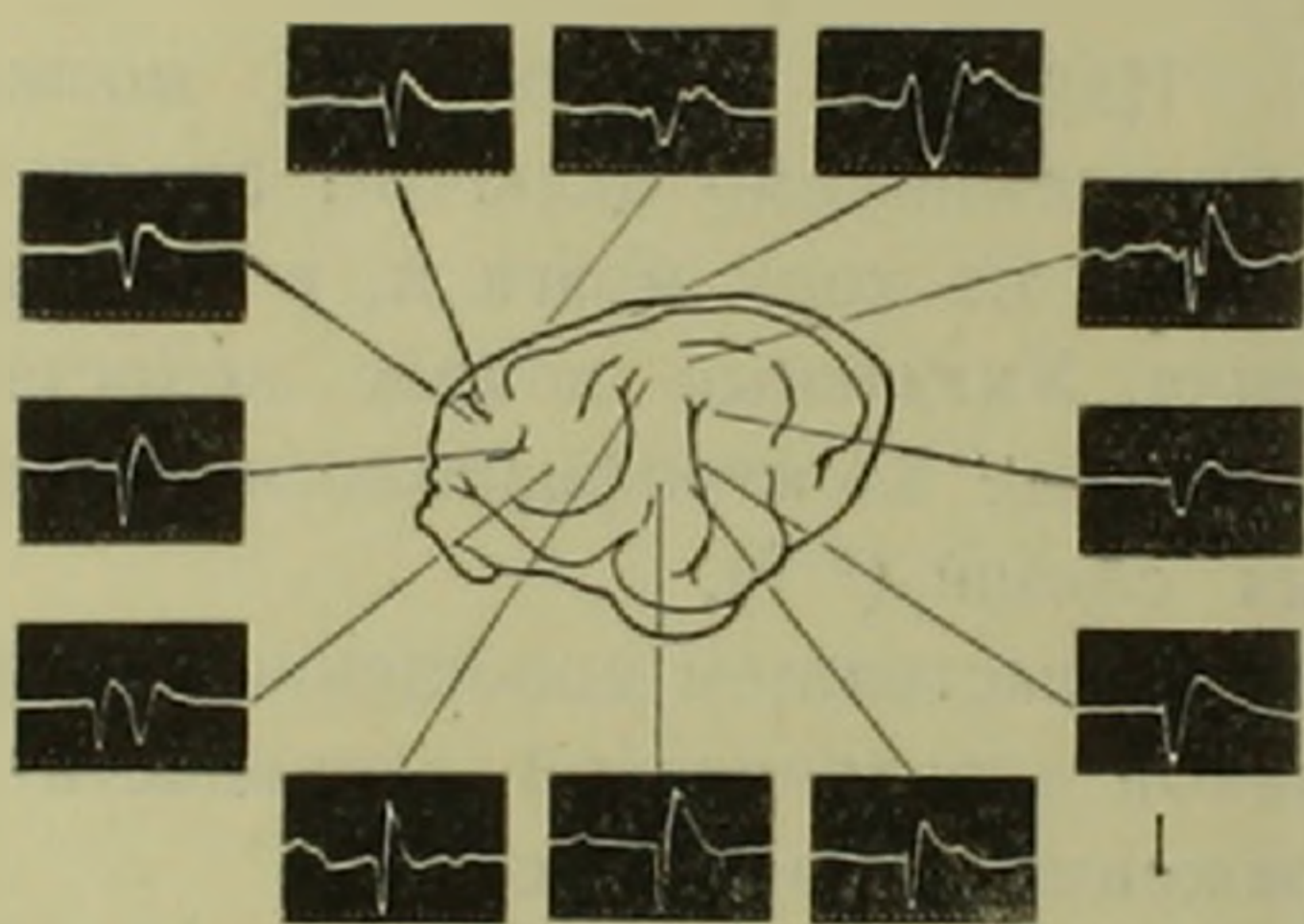
При исследовании специфических зон коры мозга вызванные потенциалы были зарегистрированы из двигательной, первой и второй сомато-сенсорных зон, первой и второй слуховых зон. У кошек, наркотизированных хлоралозой, проекция в указанные зоны была более обширной и включала также зрительную кору (фиг. 1 и 2). Особых

различий в представительстве зубчатого и промежуточного ядер в коре мозга не было обнаружено.

Отводимые вызванные потенциалы характеризовались начальным поверхностно-положительным отклонением (продолжительность 6—28 мсек) и последующей более продолжительной поверхностно-отрицательной волной (10—70 м/сек). Скрытый период потенциалов колебался в пределах 4—24 м/сек. У ненаркотизированных животных отмечалась более короткая длительность ответов и их скрытых периодов. Наряду с этим, наблюдались определенные различия указанных параметров при сопоставлении вызванных потенциалов, регистрируемых из различных специфических зон коры мозга. Они были наиболее короткими в двигательной и сомато-сенсорной зонах, далее следовали слуховые зоны и, наконец, зрительные зоны коры мозга.



Фиг. 1. Топография распределения вызванных потенциалов в коре мозга при одиночном раздражении контралатерального промежуточного ядра мозжечка. Препарат неанестезированной кошки. Отметка времени по 0,1 сек; калибровка — 0,5 мв. Отклонение луча вверх — соответствует отрицательному колебанию потенциала. То же на остальных фигурах.



Фиг. 2. Топография распределения вызванных потенциалов в коре мозга при одиночном раздражении контралатерального промежуточного ядра мозжечка. Хлоралозный наркоз.

В предыдущем сообщении (⁴) было показано, что низкочастотное электрическое раздражение зубчатого и промежуточного ядер мозжечка вызывает в контралатеральном полушарии коры мозга реакцию вовлечения, которая локализуется в супрасильвиевой извилине. Поскольку указанная реакция осуществлялась при стимуляции тех же структур мозжечка, одиночное раздражение которых определяло вызванные ответы в специфических зонах мозга, представляло интерес сопоставление указанных двух электрических феноменов.

Прежде всего это было произведено в отношении их тонкой локализации. Наиболее удобной областью являлась передняя супрасильвиева извилина, в пределах которой находятся как ассоциативная, так и сомато-сенсорная зоны коры.

Проведенные эксперименты выявили четкое топографическое раз-

граничение между потенциалами реакции вовлечения и вызванными ответами: перемещение отводящего электрода из одной зоны в другую неизменно меняло характер электрического ответа, в то время как на границе между двумя зонами регистрировались потенциалы смешанного порядка (фиг. 3).

Далее, с той же целью сопоставления был произведен анализ электрической активности специфических зон коры мозга при частотном раздражении ядер мозжечка. На последнее вызванные потенциалы коры мозга претерпевали определенную эволюцию, которая в конечном счете выражалась в следующих четырех типах реакций.

1) Увеличение частоты раздражения ядер мозжечка приводило к постепенному снижению амплитуды, а затем и к исчезновению потенциалов. Поверхностно-отрицательная фаза электрического ответа проявляла большую чувствительность к частому раздражению (фиг. 4).

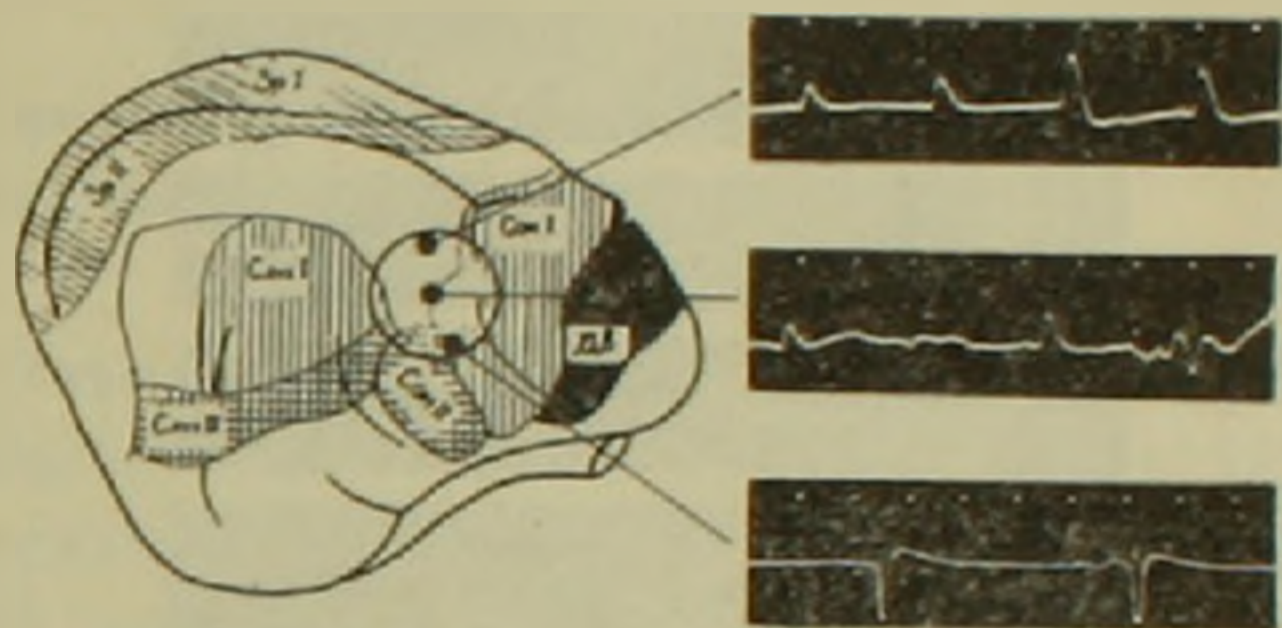
2) Вызванный потенциал, особенно его поверхностно-положительное отклонение, незначительно видоизменяясь, следовал за частым раздражением и мог быть зарегистрирован даже при частотах 60—70 в 1 сек (фиг. 5, А).

3) При более низких частотах раздражения (15—25 в 1 сек) наблюдалось увеличение амплитуды потенциала по сравнению с его величиной на одиночное раздражение (фиг. 5, Б, В).

4) В редких случаях при низкочастотном раздражении (5—7 в 1 сек) наблюдалось периодическое возрастание и убывание амплитуды электрических ответов без изменения их формы и следования фаз (фиг. 5 Г, Д).

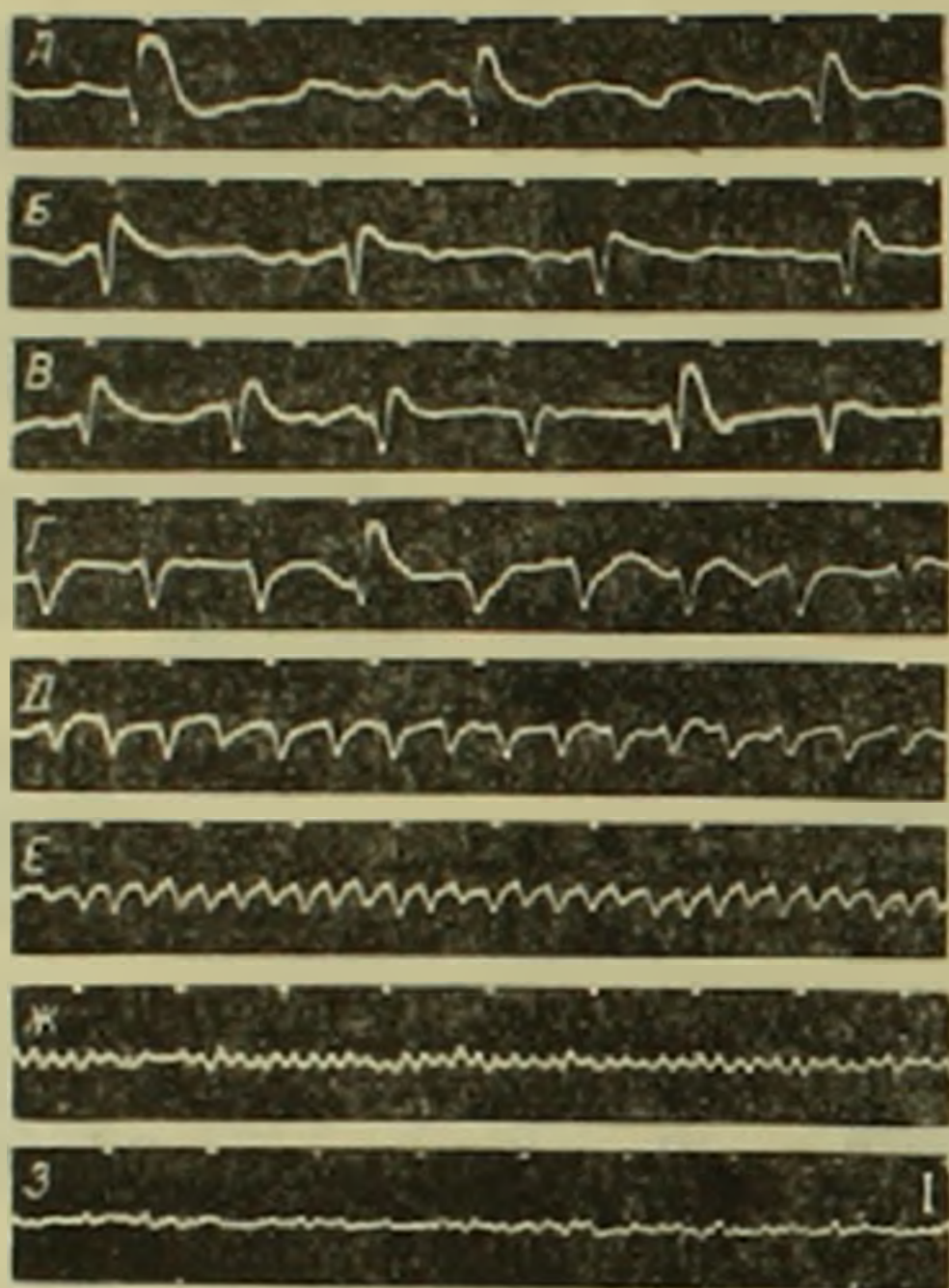
Согласно литературным данным (2, 5—7), мозжечково-корковая проекционная система последовательно проходит через центральные ядра мозжечка, красные ядра и специфические образования зрительного бугра, оканчиваясь на нейронных элементах коры мозга. Было показано, что раздражение определенных зон коры мозжечка (соматической, слуховой и др.) вызывает электрические ответы в соответствующих областях коры больших полушарий, что отражает нейроморфологический принцип организации „точка в точку“.

Проведенные нами эксперименты показали, что подобная строгая локализация исключается при раздражении ядер мозжечка, которое приводит к более эффективному, но к менее раздельному возбуждению эфферентных путей. С другой стороны, в последнем случае было обнаружено четкое топографическое разграничение между двумя

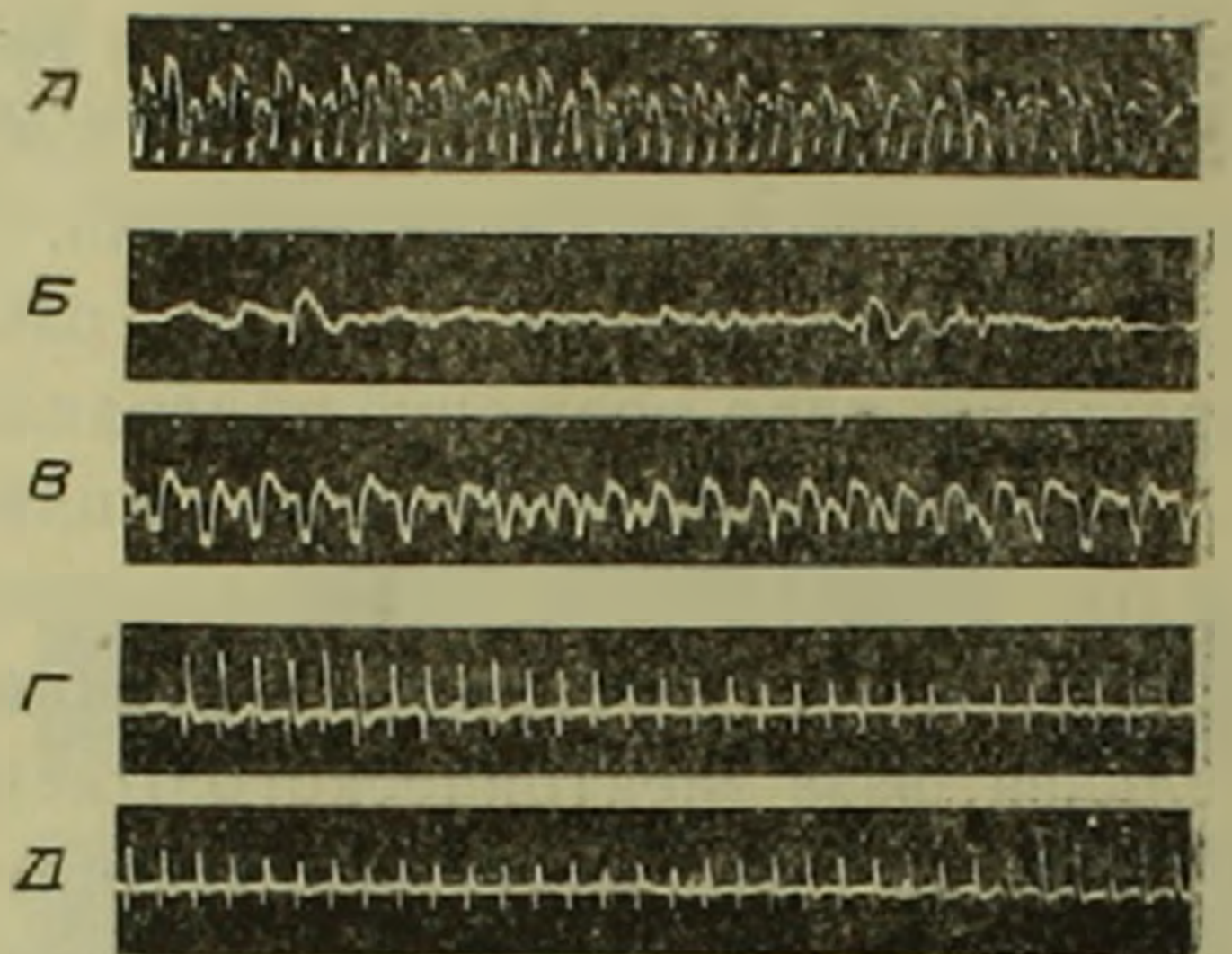


Фиг. 3. Топография разграничения реакции вовлечения и вызванных потенциалов в передней супрасильвиевой извилине коры мозга. Раздражается контралатеральное промежуточное ядро мозжечка (3 в, Длит. стимула—0,1 мсек). Хлоралозный наркоз.

электрическими феноменами—вызванным потенциалом и реакцией вовлечения. Анатомо-физиологическим основанием для такого разграничения является наличие двух раздельно идущих мозжечково-корковых систем, имеющих в качестве основного реле своего переключения специфические и неспецифические структуры таламуса⁽⁸⁾. Основным физиологическим принципом функционирования этих систем является одновременная их активация, обусловленная раздражением одних и тех же структур мозжечка.



Фиг. 4. Вызванная электрическая активность передней супрасильвиевой извилины коры мозга при раздражении контралатерального зубчатого ядра мозжечка (5 в, дл. ст.—0,1 мсек). Препарат неанестезированной кошки. А—частота раздражения 3 в 1 сек; Б—то же 5 в 1 сек; В—8 в 1 сек; Г—11 в 1 сек; Д—15 в 1 сек; Е—20 в 1 сек; Ж—35 в 1 сек; З—66 в 1 сек.



Фиг. 5. То же, что и на фиг. 4. А—электрическая активность отводится из передней сигмовидной извилины; раздражается контралатеральное промежуточное ядро мозжечка (6 в дл. ст.—0,1 мсек) с частотой 60 в 1 сек, препарат неанестезированной кошки. Б—то же, что на А. Частота раздражения 1 в 1 сек; В—то же. Частота раздражения 20 в 1 сек; Г—электрическая активность отводится из передней супрасильвиевой извилины; раздражается контралатеральное зубчатое ядро мозжечка (7 в, дл. ст.—0,1 мсек) с частотой 6 в 1 сек. Хлоралозная анестезия; Д—продолжение Г.

Джаспером и сотрудниками⁽⁹⁾ было показано, что неспецифические волокна таламуса, помимо ассоциативных областей, также проектируются и в специфические зоны коры мозга. Выявление этой проекции возможно лишь в условиях, исключающих конкурирующие влияния специфической информации на корковые нейроны. В наших экспериментах одновременное наличие как специфической, так и неспецифической импульсации на раздражение ядер мозжечка способствовало топографическому разграничению конечных электрических эффектов в коре мозга.

Однако некоторым подтверждением того, что определенные корковые поля подвержены как специфическому, так и неспецифическому таламическому влиянию⁽¹⁰⁾, служат эксперименты с низко-

частотным раздражением ядер мозжечка, которое приводило к увеличению амплитуды вызванных ответов коры или же к периодическому возрастанию и убыванию ее величины.

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

Վ. Վ. ՖԱՆԱՐՋՅԱՆ, Ռ. Ի. ՊՈՂՈՍՅԱՆ ԵՎ Վ. Ա. ՄԱԼՈՅԱՆ

Գլխուղեղի կեղևի հրահրված պոսեյնցիայները ուղեղիկի կորիզների զրգուման ժամանակ

Չանդգայացված և խորալողայով թեթև անդգայացված կատուների մոտ, սուր փորձերի պայմաններում ուսումնասիրվել են ուղեղիկի ատամնաձև և միջանկյալ կորիզների զրգումաներից առաջացած հրահրված ու ընդգրկված պոսեյնցիայների տեղաբաշխումը: Պարզվել է, որ այդ էլեկտրական ֆենոմենի միջև գոյություն ունի հստակ տեղաբաշխական սահմանադրում:

Ուղեղիկի կորիզների և կեղևի զրգուման ղեկավար ցույց է տրված տեղաբաշխական սկզբունքային առանձնահատկությունների գոյությունը: Մի շարք հետազոտություններում ուսումնասիրվել են ուղեղիկի կորիզների հաճախական զրգումաների էֆեկտները գլխուղեղի կեղևի էլեկտրական ակտիվության վրա:

Աշխատության մեջ քննարկվում են գլխուղեղի կեղևի զործունեության վրա ուղեղիկի ազդեցության ուղիներն ու մեխանիզմները:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱԿԱՆ ՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Е. Генеман, П. Кук, Р. Снайдер, *Am. J. Physiol.*, 155, 443, 1948. ² Г. Л. Беккая, Э. С. Мониава, I Всесоюз. совещ. физиол. вегет. и мозж., 35, Ереван, 1961. ³ Н. Ступел, *Contribution expérimentale à l'étude des relations cérébello-cérébrales*, Bruxelles, 1962. ⁴ В. В. Фанарджян, *ДАН АрмССР*, 35, 5, 245, 1962. ⁵ Уайтсайд, Д., Р. Снайдер, *J. Neurophysiol.*, 16, 397, 1953. ⁶ Р. Снайдер, *Anat. Rec.*, 124, 441, 1956. ⁷ К. Комбс, *Exp. Neurol.*, 1, 13, 1959. ⁸ В. В. Фанарджян, *ДАН АрмССР*, 37, 3, 173, 1963. ⁹ Г. Джаспер, Р. Накэ, Е. Кинг, *EEG a. Clin. Neurophysiol.*, 7, 99, 1955. ¹⁰ Е. Хембери, К. Аймон-Марсан, М. Дилворт, *EEG a. Clin. Neurophysiol.*, 6, 103, 1954.

