

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

XXVI, № 3

1958

Խմբագրական կոլեգիա

Գ. Ս. ԴԱՎԹՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմիկոս.  
Ա. Լ. ԹԱԽՏԱԶՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ բրդակից անդամ.  
Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմի-  
կոս (պատ. խմբագիր). Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ.  
Ա. Լ. ՄՆՋՈՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմիկոս.  
Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՐ ԳԱ բրդակից անդամ.  
Մ. Մ. ՋՐԱՇՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմիկոս  
(պատ. խմբագրի տեղակալ):

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик АН АрмССР  
(отв. редактор). Г. С. ДАВТЯН, акаде-  
мик АН АрмССР. М. М. ДЖРБАШЯН,  
академик АН АрмССР. (зам. отв. редакто-  
ра). В. О. КАЗАРЯН. А. Л. МНДЖОЯН,  
академик АН АрмССР. А. Г. НАЗАРОВ,  
чл.-корресп. АН АрмССР. А. Л. ТАХТА-  
ДЖЯН, чл.-корресп. АН АрмССР.

# Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

էջ

## Մարեմատիկա

Ի. Ս. Սարգսյան —  $\Delta + q(x, y)$  օպերատորի սպեկտրալ ֆունկցիայի դիֆերենցման մասին . . . . . 129

## Մեխանիկա

Լ. Գ. Սեդրակյան — Ամրության ստատիստիկական տեսության երկու խնդիր 135

## Ֆիզիկա

Ռ. Բ. Բեգժանով և Վ. Մ. Խարիտոնով — Փոխազդման վազքի երկարությունը որոշող փորձերի և չափման արդյունքների ստատիստիկական սխալների մասին . 141

Խ. Պ. Բաբայան, Ն. Ա. Մարուքյան, Կ. Ա. Մարեոսյան և Մ. Հ. Սարինյան —  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$  տրոման անկյունային կորելյացիայի դիտումը կորիզային էմուլսիայում . . . . . 145

## Աստրոֆիզիկա

Ա. Ա. Նիկիտին — Ոչ ստացիոնար խնդրի դեպքում աստղային սպեկտրներում հեղուկի գծերի ինտենսիվությունների մի քանի գնահատականները . . . . . 149

## Օրգանական քիմիա

Ա. Թ. Բաբայան, ՀՍՍՌ ԳԱ Թղթակից-անդամ, Ա. Ա. Գրիգորյան և Գ. Թ. Մարտիրոսյան — Հալոիդալիլ պարունակող չորրորդային ամոնիում աղերի ճեղքումը ջրային հիմքով . . . . . 153

## Բիոքիմիա

Վ. Ն. Քյուրքյան և Բ. Ա. Շահբազյան — Ազատ ամինոթթուների բաղադրությունն աղաջրային պանիրներում . . . . . 163

## Երկրաբանություն

Հ. Գ. Մաղարյան, ՀՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս — Աշխարհի մետալոգենիկ քարտեզը 167

## Միներալոգիա

Է. Ա. Խաչատրյան — Ալթախը և պետցիտը Ղափանի պղնձի հանքավայրում 177

## Ստրատիգրաֆիա

Ա. Հ. Գաբրիելյան, ՀՍՍՌ ԳԱ Թղթակից-անդամ, Ա. Լ. Թախտաջյան, ՀՍՍՌ ԳԱ Թղթակից-անդամ, և Հ. Հ. Սարգսյան — Դիլիջան քաղաքի շրջակայքի ածխա-թերթաքարաբեր շերտախմբի հասակի մասին . . . . . 181

## Բուլյսերի ֆիզիոլոգիա

Վ. Հ. Ղազարյան, Է. Ս. Հավունջյան և Կ. Հ. Կարապետյան — Ծառերի և թփերի վրա ձևավորման երիտասարդացնող ազդեցության բնույթի մասին . . . . . 187

# СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

## Математика

- И. С. Саргсян*—О дифференцировании спектральной функции оператора  $-\Delta + q(x, y)$  . . . . . 129

## Механика

- Л. Г. Седракян*—Две задачи статистической теории прочности . . . . . 135

## Физика

- Р. Б. Бегжанов и В. М. Харитонов*—О постановке опытов по определению пробегов взаимодействия и о статистических ошибках измерений . . . . . 141

- Х. П. Бабаян, Н. А. Марутян, К. А. Матевосян и М. Г. Саринян*—Угловая корреляция в  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$  распаде, наблюдаемая в ядерной эмульсии . . . 145

## Астрофизика

- А. А. Никитин*—Некоторые оценки интенсивностей линий гелия в звездных спектрах в случае нестационарной задачи . . . . . 149

## Органическая химия

- А. Т. Бабаян, чл.-корр. АН АрмССР, А. А. Григорян и Г. Т. Мартиросян*—Расщепление галондоалкил содержащих четвертичных аммониевых солей водной щелочью . . . . . 153

## Биохимия

- В. Н. Кюркчян и Б. А. Шахбазян*—О составе свободных аминокислот в рассольных сырах . . . . . 163

## Геология

- И. Г. Магакьян, академик АН АрмССР*—Металлогеническая карта мира 167

## Минералогия

- Э. А. Хачатурян* — Алтант и петцит в рудах Кафанского месторождения 177

## Стратиграфия

- А. А. Габриелян, чл.-корр. АН АрмССР, А. Л. Тахтаджян, чл.-корр. АН АрмССР и О. А. Саркисян*—О возрасте угленосно-сланценосной свиты окрестностей гор. Дилижана . . . . . 181

## Физиология растений

- В. О. Казарян, Э. С. Авунджян и К. А. Карапетян*—О природе омолаживающего влияния формовки на деревья и кустарники . . . . . 187

И. С. Саргсян

О дифференцировании спектральной функции оператора  
 $-\Delta + q(x, y)$

(Представлено М. М. Джрбашьяном 3. 1. 1958)

Рассмотрим следующую задачу на собственные значения:

$$-\Delta u + q(x, y)u = \lambda u, \quad (1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = 0, \quad (2)$$

где  $q(x, y)$  — действительная непрерывная функция, определенная в некоторой конечной односвязной области  $\bar{D}$  двумерного пространства Эвклида  $E_2$ , а  $\Gamma$  — граница области  $D$ .

Так как функция  $q(x, y)$  по предположению непрерывна в замкнутой области  $\bar{D}$ , то она ограничена и поэтому, не нарушая общности рассуждений, можно предполагать, что спектр задачи (1) — (2) неотрицателен. В самом деле, при таком предположении относительно функции  $q(x, y)$ , как известно, отрицательный спектр задачи (1) — (2) ограничен снизу и поэтому можно подобрать число  $\eta$  так, чтобы спектр задачи

$$-\Delta u + q(x, y)u = (\lambda + \eta)u,$$

$$\frac{\partial u}{\partial n} \Big|_{\Gamma} = 0$$

оказался неотрицательным.

Обозначим через  $\mu_1^2, \mu_2^2, \dots, \mu_n^2, \dots$  собственные значения задачи (1) — (2), а через  $\varphi_1(x, y), \varphi_2(x, y), \dots, \varphi_n(x, y), \dots$  соответствующие ортонормированные собственные функции задачи (1) — (2).

Далее, обозначим через  $\theta(x, y, u, v; \mu)$  спектральную функцию задачи (1) — (2), т. е. положим

$$\theta(x, y, u, v; \mu) = \sum_{\mu_n < \mu} \varphi_n(x, y) \varphi_n(u, v), \quad \mu > 0,$$

$$\theta(x, y, u, v; \mu) = 0, \quad \mu = 0,$$

$$\theta(x, y, u, v; \mu) = -\theta(x, y, u, v; -\mu), \quad \mu < 0.$$

В настоящей заметке изучается асимптотическое поведение производных спектральной функции  $\theta(x, y, u, v; \mu)$  при больших  $\mu$ . Аналогичный вопрос для одномерного случая уравнения (1) в бесконечном интервале исследован нами <sup>(1,2)</sup>, в трехмерном случае и для оператора Лапласа в пространствах любого измерения изучен Б. М. Левитаном <sup>(3,4)</sup>. Асимптотическое поведение самой спектральной функции  $\theta(x, y, u, v; \mu)$  для уравнения (1) в пространствах любого измерения исследован Б. М. Левитаном <sup>(5,6)</sup>.

Асимптотическое поведение производных спектральной функции  $\theta(x, y, u, v; \mu)$  нужно для исследования вопросов суммирования или сходимости дифференцированных разложений по собственным функциям задачи (1)—(2), т. е. оператора Шредингера, заданного в конечной части двумерного пространства.

Сформулируем основные результаты, которые получены с помощью метода и тауберовых теорем Б. М. Левитана и одной специальной тауберовой теоремы В. А. Марченко <sup>(7)</sup>.

Обозначим через  $\theta^*(x, y, u, v; \mu)$  спектральную функцию уравнения (1) для всего пространства  $E$  при  $q(x, y) \equiv 0$ . Она определяется формулой (см., например, <sup>(8)</sup>, стр. 296):

$$\theta^*(x, y, u, v; \mu) = \frac{1}{2\pi} \mu \frac{J_1(\mu r)}{r},$$

где  $J_p(x)$  — функция Бесселя первого рода порядка  $p$ , а  $r$  — расстояние точек  $(x, y)$  и  $(u, v)$ .

*Лемма 1.* Обозначим через  $\eta$  произвольное положительное число и через  $D_\eta$  — множество точек области  $D$ , расстояние которых до границы  $\Gamma$  области  $D$  не меньше, чем  $\eta$ . Если функция  $q(x, y)$  в области  $D$  имеет ограниченные частные производные первого порядка, то при  $(x, y), (u, v) \in D_\eta$  существует константа  $C = C_\eta$  такая, что при  $\mu \rightarrow \infty$  имеет место асимптотическая оценка

$$\sum_{\mu}^{\mu+1} \left\{ \frac{\partial^2 \theta(x, y, u, v; \mu)}{\partial x \partial u} \right\}_{\substack{u=x \\ v=y}} = \sum_{\mu < \mu_n < \mu+1} \left[ \frac{\partial \varphi_n(x, y)}{\partial x} \right]^2 < C_\eta \mu^3.$$

Из леммы 1 и неравенства Коши-Буняковского следует

*Лемма 2.* Пусть  $\eta, D_\eta, C_\eta$  и  $q(x, y)$  удовлетворяют условиям леммы 1. Тогда при  $(x, y), (u, v) \in D_\eta$  и при  $\mu \rightarrow \infty$  справедлива асимптотическая оценка

$$\begin{aligned} \sum_{\mu}^{\mu+1} \left\{ \frac{\partial^2 \theta(x, y, u, v; \mu)}{\partial x \partial u} \right\} &= \sum_{\mu < \mu_n < \mu+1} \left| \frac{\partial \varphi_n(u, y)}{\partial x} \right| \times \\ &\times \left| \frac{\partial \varphi_n(u, v)}{\partial u} \right| < C_\eta \mu^2. \end{aligned}$$

В работе <sup>(6)</sup> Б. М. Левитаном доказана следующая

*Лемма 3.* Пусть  $\eta$ ,  $D_\eta$  и  $C_\eta$  имеют то же значение, что и в лемме 1. Если функция  $q(x, y)$  непрерывна в области  $D$ , то при  $(x, y) \in D_\eta$  и при  $\mu \rightarrow \infty$  имеет место асимптотическая оценка

$$\sum_{\mu < \mu_n < \mu+1} \varphi_n^2(x, y) < C_\eta \mu.$$

Из лемм 1 и 3 и неравенства Коши-Буняковского следует

*Лемма 4.* При тех же предположениях, что и в лемме 1 и  $\mu \rightarrow \infty$  справедлива асимптотическая оценка

$$\begin{aligned} \bigvee_{\mu}^{\mu+1} \left| \frac{\partial^2 \theta(x, y, u, v; \mu)}{\partial x} \right| &= \sum_{\mu < \mu_n < \mu+1} \left| \frac{\partial \varphi_n(x, y)}{\partial x} \right| \times \\ &\times |\varphi_n(u, v)| < C_\eta \mu^2. \end{aligned} \quad (3)$$

Для старших производных спектральной функции  $\theta(x, y, u, v; \mu)$  имеют место асимптотические оценки, аналогичные оценкам, установленным в предыдущих леммах. А именно, справедлива следующая

*Лемма 5.* Пусть  $\eta$ ,  $D_\eta$  и  $C_\eta$  имеют то же значение, что и в лемме 1. Если функция  $q(x, y)$  в области  $D$  имеет ограниченные частные производные до порядка  $\alpha + \beta - 1$  ( $\alpha$  и  $\beta$  любые целые положительные числа) включительно, то при  $(x, y), (u, v) \in D_\eta$  и при  $\mu \rightarrow \infty$  справедлива асимптотическая оценка

$$\begin{aligned} \bigvee_{\mu}^{\mu+1} |D_{xy}^\alpha D_{uv}^\beta \theta(x, y, u, v; \mu)| &= \\ &= \sum_{\mu < \mu_n < \mu+1} |D_{xy}^\alpha \varphi_n(x, y)| \cdot |D_{uv}^\beta \varphi_n(u, v)| < C_\eta \mu^{\alpha+\beta+1}, \end{aligned} \quad (4)$$

где через  $D_{xy}^\alpha$  обозначен следующий оператор дифференцирования:

$$D_{xy}^\alpha \equiv \frac{\partial^\alpha}{\partial x^{\alpha_1} \partial y^{\alpha_2}}, \quad (\alpha_1 + \alpha_2 = \alpha).$$

Исходя из предварительной оценки (3) нетрудно доказать следующую теорему.

*Теорема 1.* Пусть  $\eta$ ,  $D_\eta$  и  $C_\eta$  имеют то же значение, что и в лемме 1. Если функция  $q(x, y)$  в области  $D$  непрерывна, то при  $(x, y), (u, v) \in D_\eta$  и при  $\mu \rightarrow \infty$  справедлива асимптотическая формула

$$\left| \frac{\partial}{\partial x} \theta(x, y, u, v; \mu) - \frac{\partial}{\partial x} \theta^*(x, y, u, v; \mu) \right| < C_\eta \mu^2. \quad (5)$$

Введем обозначения

$$\theta_s(x, y, u, v; \mu) = \sum_{\mu_n < \mu} \left(1 - \frac{\mu_n^2}{\mu^2}\right)^s \varphi_n(x, y) \varphi_n(u, v). \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \theta_s^*(x, y, u, v; \mu) &= \int_0^\mu \left(1 - \frac{v^2}{\mu^2}\right)^s d\theta^*(x, y, u, v; v) = \\ &= \frac{2^{s-1}}{\pi} \mu^{1-s} \frac{J_{1+s}(\mu r)}{r^{s+1}}. \end{aligned} \quad (7)$$

(По поводу равенства (7) см. <sup>(8)</sup>, стр. 296).

В силу леммы 5 справедлива следующая

*Теорема 2.* Пусть  $\eta$ ,  $D_\eta$  и  $C_\eta$  имеют то же значение, что и в лемме 1. Если функция  $q(x, y)$  в области  $D$  имеет ограниченные частные производные до порядка  $\alpha + \beta - 1$  включительно, то при  $(x, y), (u, v) \in G_\eta$  и при  $\mu \rightarrow \infty$  справедлива асимптотическая формула ( $s \geq 0$ )

$$|D_{xy}^\alpha D_{uv}^\beta \theta_s(x, y, u, v; \mu) - D_{xy}^\alpha D_{uv}^\beta \theta_s^*(x, y, u, v; \mu)| < C_\eta \mu^{\alpha+\beta+1-s}.$$

При  $\alpha = 1$ ,  $\beta = 0$  и  $s = 0$  из теоремы 2 следует теорема 1.

Предположим теперь, что область  $D$  бесконечна. Пусть  $D = E_2$ .

Предварительные оценки, установленные в леммах 1—5 для производных спектральной функции  $\theta(x, y, u, v; \mu)$ , показывают, что они от размеров области не зависят. Поэтому легко предвидеть, что они верны и для бесконечных областей.

Обозначим через  $\{D_N\}$  последовательность областей, расширяющихся до всего пространства  $E_2$  и через  $\Gamma_N$  — границы  $D_N$ . Для каждой области  $D_N$  рассмотрим задачу (1)—(2) и составим для каждой такой задачи свою спектральную функцию:  $\theta_N(x, y, u, v; \mu)$ .

Далее, рассмотрим семейство функций

$$\left\{ \frac{\partial}{\partial x} \theta_N(x, y, u, v; \mu) \right\}. \quad (8)$$

Не трудно доказать, что семейство функций (8) равномерно (по  $N$ ) ограничено и по  $(x, y)$  и  $(u, v)$  равностепенно непрерывно. Поэтому в силу известной теоремы Арцелля—Хелли семейство функций (8) равномерно сходится. Тогда в оценках, установленных в леммах 1—5, можно перейти к пределу. Таким образом вышеупомянутые оценки имеют место и для производных спектральной функции уравнения (1), заданного во всем пространстве  $E_2$ .

Используя одну специальную тауберову теорему В. А. Марченко <sup>(7)</sup>, в этом случае мы получаем более точную асимптотическую формулу, чем те, которые были установлены в теоремах 1 и 2. А именно, справедлива

*Теорема 3.* Если функция  $q(x, y)$  в каждой конечной об-

ласть ограничена, то при каждом фиксированном значении  $(x, y)$  и  $(u, v)$  справедлива асимптотическая формула

$$\lim_{\mu \rightarrow \infty} \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \theta_2(x, y, u, v; \mu) - \frac{\partial}{\partial x} \theta_2^*(x, y, u, v; \mu) + \right. \\ \left. + \sqrt{\frac{2}{\pi}} u q(u, v) \mu \int_r^1 \sqrt{t^2 - r^2} \frac{\partial}{\partial x} \left[ \frac{J_{1/2}(\mu t)}{(\mu t)^{1/2}} \right] dt \right\} = 0, \quad (9)$$

где  $\theta(x, y, u, v; \mu)$  спектральная функция уравнения (1) для  $E_2$ . Равенство (9) имеет место равномерно в каждой конечной области.

Аналогичные теоремы имеют место и для старших производных спектральной функции  $\theta(x, y, u, v; \mu)$ .

Теорема 3 получена в предположении, что отрицательный спектр задачи (1)–(2), рассмотренной во всем пространстве  $E_2$ , ограничен снизу. Если отрицательный спектр снизу не ограничен, то справедлива

**Теорема 4.** В условиях теоремы 3 при  $\mu \rightarrow \infty$  имеет место оценка

$$\frac{\partial}{\partial x} \theta_2(x, y, u, v; \mu) = -\frac{1}{4} \frac{\partial}{\partial x} \theta(x, y, u, v; -\infty) + \frac{2}{\pi} \mu \frac{\partial}{\partial x} \left[ \frac{J_3(\mu r)}{r^3} \right] - \\ - \mu \sqrt{\frac{2}{\pi}} u q(u, v) \int_r^1 \sqrt{t^2 - r^2} \frac{\partial}{\partial t} \left[ \frac{J_{3/2}(\mu t)}{(\mu t)^{3/2}} \right] dt + O(\mu^{-2}), \quad (10)$$

где  $\theta(x, y, u, v; \mu)$  — любая спектральная функция задачи (1)–(2), рассмотренной во всем пространстве  $E_2$ .

Оценка (10) имеет место равномерно в каждой конечной области.

Институт математики и механики  
Академии наук Армянской ССР

Ի. Ս. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

—  $\Delta + q(x, y)$  օպերատորի սպեկտրալ ֆունկցիայի  
դիֆերենցիալ մասին

Դիտարկենք հետևյալ խնդիրը՝

$$-\Delta u + q(x, y)u = \lambda u, \quad (1)$$

$$\left. \frac{\partial u}{\partial n} \right|_{\Gamma} = 0, \quad (2)$$

որտեղ  $q(x, y)$  ֆունկցիան իրական անընդհատ ֆունկցիա է հարթության վերջավոր  $\bar{D}$  տիրույթում, իսկ  $\Gamma$ -ն նրա եզրագիծն է։ Քանի որ  $q(x, y)$  ֆունկցիան սահմանափակ է, ապա առանց ընդհանրությունը խախտելու կարելի է ենթադրել, որ (1)–(2) խնդրի սպեկտրը բացասական չէ։ Դիցուք  $\varphi_1(x, y), \varphi_2(x, y), \dots, \varphi_n(x, y), \dots$  — մի նշանակված

են (1) — (2) խնդրի որթոնորմավորված սեփական ֆունկցիաները, իսկ  $\mu_1^2, \mu_2^2, \dots, \mu_n^2, \dots$  ով՝ համապատասխան սեփական արժեքները:  $\theta(x, y, u, v; \mu)$ -ով նշանակենք (1) — (2) խնդրի սպեկտրալ ֆունկցիան՝

$$\theta(x, y, u, v; \mu) = \sum_{\mu_n < \mu} \varphi_n(x, y) \varphi_n(u, v), \quad \mu > 0,$$

իսկ այնուհետև  $\theta(x, y, u, v; \mu)$ -ն որպես  $\mu$  փոփոխականի ֆունկցիա բացասական  $\mu$ -երի համար շարունակենք կենտ որոշումով:

Ներկա հոդվածում ուսումնասիրվում է  $\theta(x, y, u, v; \mu)$  սպեկտրալ ֆունկցիայի ածանցյալների ափսոսանքով վարքը  $\mu$ -ի մեծ արժեքների համար: Նույն հարցը (1) հավասարման համար միաշափ տարածության մեջ ուսումնասիրվել է մեր կողմից (1, 2) հոդվածներում: Լապլասի օպերատորի համար ցանկացած չափի տարածության մեջ, ինչպես նաև (1) հավասարման համար եռաշափ տարածության մեջ նույն հարցը ուսումնասիրվել է Բ. Մ. Լևիտանի կողմից (3, 4):

Նշանակենք  $\theta^*(x, y, u, v; \mu)$ -ով (1) հավասարման սպեկտրալ ֆունկցիան ամբողջ հարթության համար, երբ  $q(x, y) \equiv 0$ :

Թեորեմ 1. Դիցուք  $\gamma$ -ն կամայական դրական քիվ է: Նշանակենք  $D_\gamma$ -ով  $D$  տիրույթի այն կետերի բազմությունը, որոնց հեռավորությունը  $D$  տիրույթի  $\Gamma$  եզրագծից ավելի մեծ չէ, քան  $\gamma$ -ն: Եթե  $q(x, y)$  ֆունկցիան  $D$  տիրույթում ունի ներառյալ  $\alpha + \beta - 1$ -րդ կարգի սահմանափակ մասնական ածանցյալներ, ապա երբ  $(x, y)$  և  $(u, v)$  կետերը պատկանում են  $D_\gamma$  տիրույթին, գոյություն ունի այնպիսի հաստատուն  $C = C_\gamma$ , որ երբ  $\mu \rightarrow \infty$  տեղի ունի հետևյալ ասիմպտոտիկ բանաձևը՝

$$|D_{xy}^\alpha D_{uv}^\beta \theta_S(x, y, u, v; \mu) - D_{xy}^\alpha D_{uv}^\beta \theta_S^*(x, y, u, v; \mu)| < C_\gamma \mu^{\alpha+\beta+1-S},$$

Դիցուք  $\theta_S^*(x, y, u, v; \mu)$ -ով նշանակված են  $\theta^*(x, y, u, v; \mu)$  սպեկտրալ ֆունկցիայի  $U$  Ռիսի  $S$ -րդ կարգի միջինները, այսինքն (տես (8), էջ 296)՝

$$\theta_S^*(x, y, u, v; \mu) = \frac{2S-1}{\pi} \mu^{1-S} \frac{J_{1+S}(\mu r)}{r^{1+S}},$$

Թեորեմ 2. Դիցուք  $\gamma$ -ն,  $D_\gamma$ -ն և  $C_\gamma$ -ն սահմանված են այնպես, ինչպես թեորեմ 1-ում: Եթե  $q(x, y)$  ֆունկցիան բավարարում է նախորդ թեորեմի պայմանին, ապա երբ  $(x, y), (u, v) \in D_\gamma$ ,  $\mu \rightarrow \infty$  տեղի ունի հետևյալ բանաձևը՝ ( $S > 0$ )

$$\left| \frac{1}{\Gamma(s+1)} \sum_{\mu_n < \mu} \left( 1 - \frac{\mu_n^2}{\mu^2} \right)^s D_{xy}^\alpha \varphi_n(x, y) D_{uv}^\beta \varphi_n(u, v) - \right.$$

$$\left. D_{xy}^\alpha D_{uv}^\beta \theta_S(x, y, u, v; \mu) \right| < C_\gamma \mu^{\alpha+\beta+1-S}.$$

Ուսումնասիրված է նաև անվերջ տիրույթների դեպքը:

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<sup>1</sup> И. С. Саргсян, Известия АН СССР, серия матем., т. 21, 263 (1957). <sup>2</sup> И. С. Саргсян, Известия АН АрмССР, серия физико-матем. наук, т. X, 3 (1957). <sup>3</sup> Б. М. Левитан, Математический сборник, (в печати). <sup>4</sup> Б. М. Левитан, Математический сборник, т. 39 (81):1, 37 (1956). <sup>5</sup> Б. М. Левитан, Труды Московского математического общества, т. IV (1955). <sup>6</sup> Б. М. Левитан, Известия АН СССР, серия матем., т. 20, 437 (1956). <sup>7</sup> В. А. Марченко, Известия АН СССР, серия матем., т. 19, 381 (1955). <sup>8</sup> Б. М. Левитан, Математический сборник, т. 35 (77):2, 267 (1954).

МЕХАНИКА

Л. Г. Седракян

Две задачи статистической теории прочности

(Представлено А. Г. Назаровым 3. IX. 1957)

Ряд вопросов, связанных с инженерными расчетами, требует решения следующих задач теории вероятностей.

1. Имеется неограниченное число звеньев, при этом их прочность величина переменная. Функция распределения прочностей отдельных звеньев задана. Последовательным соединением звеньев составляются цепи. Необходимо определить функцию распределения прочности цепи в зависимости от числа звеньев в ней.

2. Имеется неограниченное число проволок одинаковой длины и сечения. Прочность проволок величина переменная, функция её распределения задана. Из проволок свиваются канаты. Необходимо определить вероятность составления (встречи) таких разновидностей канатов, в которых при заданных значениях внешней нагрузки из  $n$  исходного числа проволок  $s$  разрушается, а остальные уцелеют.

Особенность этих двух задач заключается в том, что к первой из них сводятся некоторые задачи статистической теории хрупкой прочности (<sup>1</sup>, <sup>2</sup>) и задача обоснования расчетных коэффициентов прочности статически определимых систем (<sup>3</sup>). Ко второй из них сводятся задачи обоснования расчетных коэффициентов прочности статически неопределимых систем (<sup>3</sup>), задача усталостной прочности (<sup>4</sup>) и задачи, связанные с установлением условий хрупкого разрушения вообще (<sup>1</sup>, <sup>5</sup>).

Решение первой задачи. Цепи состоят из  $n$  звеньев. Возможные значения прочности звеньев обозначим через  $R_i$ , возрастающие в порядке возрастания  $i$ . Пусть общее число возможных значений прочности звеньев равняется  $s$ . Вероятность встречи звена с прочностью  $R_i$  независимо от прочности взятых до и после него звеньев равна  $p_i$ . При этом ясно, что

$$\sum_{i=1}^s p_i = 1 \quad (1)$$

Необходимо определить вероятность того, что прочность любой, наугад выбранной цепи, будет иметь некоторое определенное, наперед заданное значение, например  $R_k$ .

При испытании на разрыв каждая из цепей будет разрушаться в наименее прочном своем звене и прочность цепи будет равняться прочности этого звена; прочность цепи будет равняться  $R_k$ , если прочность хотя бы одного из звеньев будет равняться  $R_k$ , а прочность остальных будет выше.

Разновидности цепей, в которых число звеньев с прочностью  $R_k$  одинаковое, назовем одного типа. При этом цепи типа  $j$  характерны тем, что в них из  $n$  звеньев  $j$  имеют прочность, равную  $R_k$ , а остальные  $n-j$  звенья имеют прочность больше  $R_k$ . Ясно, что число возможных типов цепей с прочностью  $R_k$  равно  $n$ .

Вычислим вероятность  $\bar{P}_{j(k)}^n$  встречи цепи типа  $j$ .

Вероятность составления каждой из разновидностей рассматриваемого типа цепи по правилу умножения для независимых событий равна произведению  $n$  множителей, из которых  $j$  равны  $p_k$  (вероятности того, что звенья имеют прочность  $R_k$ ), а остальные  $n-j$  равны  $\sum_{i=k+1}^s p_{(i)}$  (вероятности того, что звенья имеют прочность больше  $R_k$ ).

Число разновидностей цепи этого типа равно числу разных способов выбора  $j$  элементов из  $n$ , т. е. равно  $C_n^j$ .

По правилу сложения вероятностей независимых событий,

$$\bar{P}_{j(k)}^n = C_n^j (p_{(k)})^j \left( \sum_{i=k+1}^s p_i \right)^{n-j}. \quad (2)$$

По тому же правилу сложения искомая вероятность встречи цепи прочностью  $R_k$  равна

$$\bar{P}_k^n = \sum_{j=1}^n \bar{P}_{j(k)}^n. \quad (3)$$

Подставляя в (3) значение  $\bar{P}_{j(k)}^n$  из (2), после преобразования получим:

$$\bar{P}_{(k)}^n = \left( \sum_{i=k}^s p_i \right)^n - \left( \sum_{i=k+1}^s p_i \right)^n. \quad (4)$$

Формулу (4) можно получать из простых соображений без  $C_n^j$ . Для того чтобы прочность цепи была  $R_k$ , необходимо и достаточно,

чтобы прочность звена минимальной прочности была  $> R_{k-1}$  и  $< R_{k+1}$ . Обозначая эту прочность  $x_{\min}$ , находим:

$$P(x_{\min} = R_k) = P(x_{\min} > R_{k-1}) - P(x_{\min} > R_{k+1}).$$

Так как

$$P(x_{\min} > R_{k-1}) = \left( \sum_{i=k}^s p_i \right)^n = \left( \sum_{i=k}^s p_i \right)^n;$$

$$P(x_{\min} > R_k) = \left( \sum_{i=k+1}^s p_i \right)^n = \left( \sum_{i=k+1}^s p_i \right)^n$$

отсюда сразу получим (4).

Функция распределения прочности цепи, когда прочность звеньев меняется непрерывно, получается как частный случай общего решения второй задачи.

Решение второй задачи. Канаты свиваются из  $n$  проволок. Прочность проволок принимает всевозможные значения, лежащие между  $R_{\min}$  и  $R_{\max}$ . Задана интегральная функция распределения прочности проволок —  $W_{(R)}$ . Необходимо определить вероятность встречи таких разновидностей канатов, в которых под нагрузкой  $N = nR$  из  $n$  исходного числа проволок  $s$  разрушатся (одновременно или последовательно, по мере выхода из строя отдельных проволок или их групп), а остальные  $n - s$  не разрушаются. Ясно, что если  $s < n$ , то канат в целом уцелеет и разрушится, когда  $s = n$ .

Приложенная к канату сила  $N$  распределяется между уцелевшими проволоками каната равномерно. При этом предполагается, что модуль упругости всех проволок одинаков и проволоки разрушаются хрупко.

Среднее растягивающее усилие в каждой проволоке равно

$$\sigma_{\text{ср}} = \frac{N}{n} = R. \quad (5)$$

Проволоки, прочность которых равна или больше  $R$ , назовем первого сорта, а проволоки, прочность которых меньше  $R$  — второго сорта.

Разновидности канатов, в которых число проволок первого сорта одинаково, назовем одного типа. Канаты типа  $k$  ( $k = 0; 1; 2; \dots; n$ ) характерны тем, что из их  $n$  проволок  $k$  второго сорта, а остальные первого сорта. Число типов канатов будет  $n + 1$ .

Заметим, что процесс составления канатов сводится к свиванию одной за другой  $n$  штук проволок. При этом взятая в данный раз проволока, независимо от прочности предыдущих и последующих проволок, с вероятностью  $W_{(R)}$  будет второго сорта и с вероятностью  $(1 - W_{(R)})$  первого сорта.

Вероятность встречи канатов типа  $k$ , как и в задаче цепи, равна

$$C_n^k (W_{(R)})^k (1 - W_{(R)})^{n-k}. \quad (6)$$

Ясно, что вероятность встречи канатов, в которых под средним усилием  $R$  ни одна проволока не разрушается  $\left(\overset{n}{W}_{(R)}\right)$ , равна вероятности встречи канатов нулевого типа. На основе (6)

$$\overset{n}{W}_{(R)} = \left(1 - W_{(R)}\right)^n. \quad (7)$$

Рассмотрим случай, когда  $c \neq 0$ .

В канатах типа  $k$  под средним усилием  $R$ , число разорванных проволок не меньше  $k$ . Следовательно, искомого свойства канаты могут встречаться среди разновидностей канатов типов  $k \leq c$ .

В канатах типа  $k$  ( $k \leq c \neq 0$ ), при приложении нагрузки  $nR$  выйдут из строя  $k$  проволок и вся нагрузка передастся  $n-k$  проволокам. Теперь как бы имеется новый канат, состоящий из  $n-k$  проволок, на которые действует нагрузка  $nR$ . При этом имеется условие, что все  $n-k$  проволоки нового каната первого сорта. Если среди  $n-k$  проволок нового каната окажутся такие, прочность которых меньше  $nR/(n-k)$ , то они тоже выйдут из строя. По условиям задачи нас интересуют разновидности канатов, состоящих из  $n-k$  проволок первого сорта, в которых число разорванных проволок  $i$  не больше чем  $c-k$ , в противном случае общее число разорванных проволок в канатах типа  $k$  будет больше  $c$ . После выхода из строя этих  $i \leq c-k$  проволок внешняя нагрузка передастся на еще меньшее число  $(n-k-i)$  проволок. Последние имеют прочность не меньше  $nR/(n-k)$ . Усилия на уцелевшие проволоки снова возрастут, что создаст вероятность разрушения новых проволок. Процесс постепенного выхода из строя проволок приостановится тогда, когда усилие в уцелевших проволоках будет меньше их прочности. В разновидностях канатов искомого нами свойства число таких проволок равно  $n-c$  и их прочность

$$R' \geq \frac{nR}{(n-c)}.$$

Вероятность встречи разновидностей канатов, состоящих из  $n-k$  проволок первого сорта, в которых под нагрузкой  $nR$  сразу или последовательно разрушаются  $c-k$  проволок, а остальные  $n-c$  остаются целыми, обозначим через

$$\overset{n-k}{W}_{c-k} \left( \frac{nR/(n-k)}{R} \right). \quad (8)$$

Тогда ясно, что вероятность встречи искомого нами свойства канатов в канатах типа  $k$  будет равняться

$$C_n^k (W_{(R)})^k (1 - W_{(R)})^{n-k} \overset{n-k}{W}_{c-k} \left( \frac{nR/(n-k)}{R} \right) \quad (9)$$

Вероятность же встречи искомого свойства канатов во всех типах и разновидностях канатов равна

$$W_{(R)}^c = \sum_{k=1}^c C_n^k (W_{(R)})^k (1 - W_{(R)})^{n-k} W_{c-k}^{n-k} \left( \frac{nR(n-k)}{R} \right); \quad (1 \leq c \leq n), \quad (10)$$

где

$$W_{c-k}^{n-k} \left( \frac{nR(n-k)}{R} \right) = \sum_{i=1}^{c-k} C_{n-k}^i \left( W_{\left( \frac{nR(n-k)}{R} \right)} \right)^i \times \\ \times \left( 1 - W_{\left( \frac{nR(n-k)}{R} \right)} \right)^{n-k-i} W_{c-k-i}^{n-k-i} \left( \frac{nR(n-k-i)}{nR(n-k)} \right); \quad (k \neq c). \quad (11)$$

При  $k=c$  и вообще

$$W_0^{n-c} \left( \frac{aR}{bR} \right) = \left( 1 - W_{\left( \frac{aR}{bR} \right)} \right)^{n-c}. \quad (12)$$

Индекс над знаком вероятности ( $W$ ) указывает число проволок каната; индекс под знаком вероятности указывает число разорванных проволок; числитель дроби индекса сбоку указывает величину среднего усилия, приходящегося на каждую проволоку каната, наличие знаменателя дроби индекса указывает на условность вероятности, а численное значение знаменателя показывает, чему равен минимум значения прочности проволок.

В полиноме (10) неопределенными остаются только условные вероятности разрушения одиночных проволок:  $W_{\left( \frac{aR}{bR} \right)}$ ;  $a$  и  $b$  целые положительные числа. По определению  $W_{\left( \frac{aR}{bR} \right)}$  есть вероятность раз-

рушения проволок от усилия  $aR$  при условии, что проволоки прочностью меньшей или равной  $bR$  отсутствуют. Легко заметить, что

$$W_{\left( \frac{aR}{aR} \right)} = \frac{W_{(aR)} - W_{(bR)}}{1 - W_{(bR)}}. \quad (13)$$

При этом, когда  $aR \geq R_{\max}$ , то  $W_{(aR)} = 1$ , следовательно и  $W_{\left( \frac{aR}{bR} \right)} = 1$ . В случае, когда  $a \leq b$ ,  $W_{\left( \frac{aR}{bR} \right)} = 0$ .

Вероятность полного разрушения канатов получится из (10) подстановкой  $c=n$ . При этом надо учесть, что когда число уцелевших проволок равно нулю, вероятность разрушения при любых внешних воздействиях равна единице.

Теперь легко получить и функцию распределения вероятностей прочности цепи, когда прочности звеньев меняются непрерывно от  $R_{\min}$  до  $R_{\max}$  по функции распределения  $W_{(R)}$ .

Если на цепь действует сила  $R$ , то кроме цепей нулевого типа все остальные разрушаются, и вероятность разрушения цепи от усилия  $R$  будет:

$$W_{(R)} = \sum_{k=1}^n C_n^k (W_{(R)})^k (1 - W_{(R)})^{n-k} = 1 - (1 - W_{(R)})^n. \quad (14)$$

При заданной функции распределения вероятностей прочности звеньев или проволок легко определить, используя (4), (10), (14), средние значения, моды, среднеквадратичные отклонения и другие показатели сопротивляемости цепи и канатов.

Институт строительных материалов и сооружений  
Министерства строительства Армянской ССР

#### Լ. Գ. ՍԵՂՐԱՎՅԱՆ

#### Ամրության ուստիստիկական տեսության երկու խնդիր

Ինժեներական հաշվարկումների ժամանակ ստատիկորեն որոշակի ու անորոշ սխեմա ունեցող կոնստրուկցիաների ամրության հաշվային գործակիցների որոշման խնդիրները, ինչպես նաև դյուրարեկ նյութերի ամրության ու նյութերի հոգնածային ամրության մի շարք խնդիրների լուծումը, բերվում են ոչ հաստատուն ամրության, օղակներից ու լարերից պատրաստված շղթայի ու ճոպանի ամրության խնդիրների լուծմանը:

Հոդվածում տրված է այդ երկու խնդիրների լուծումը: Երբ օղակի ամրությունը ընդունում է միայն որոշակի ( $R_1$ ) արժեքներ՝  $P_1$  հավանականությամբ, ապա հավանականությունը, որ այդպիսի  $n$  օղակներից պատրաստված շղթայի ամրությունը կլինի  $R_k$ , որոշվում է (4) արտահայտությամբ: Այն դեպքում, երբ օղակի ամրությունը փոփոխվում է անընդհատ՝  $W_{(R)}$ —ինտեգրալ բաշխման օրենքով, ապա այդպիսի  $n$  օղակներից պատրաստված շղթայի ամրության բաշխման օրինաչափությունը կարտահայտվի (14) բանաձևով:

Երբ  $n$  լարերից պատրաստված ճոպանի վրա ազդում է  $nR$  արտաքին ուժը, ապա հավանականությունը, որ այդ ուժի տակ ճոպանի  $c$  լարերը՝ միանգամից կամ աստիճանաբար կկտրվեն, իսկ մնացած  $n-c$  լարերը առանց կտրվելու կդիմադրեն արտաքին ուժին, որոշվում է (10) արտահայտությամբ: Այստեղ  $W_{(R)}$ —հավանականությունն է, որով լարը  $R$ -ուժի տակ կկտրվի: Տեղադրելով (10)-ում  $c=0$  և  $c=n$  համապատասխանաբար կստացվեն՝ հավանականությունը, որ ճոպանում արտաքին ուժի տակ չի քայքայվի ոչ մի լար, և հավանականությունը, որ ճոպանը ամբողջությամբ կկտրվի:

Երբ տրված է օղակի կամ լարի ամրության բաշխման ֆունկցիան, ապա օգտագործելով (4), (10), (14) արտահայտությունները, կարելի է որոշել շղթայի և ճոպանի ամրության միջին արժեքը, ամենից հաճախ պատահող արժեքը և ամրության միջին բառականային շեղումները՝ նրա միջին արժեքից:

#### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<sup>1</sup> В. Вейбул, Proc. Roy. Swedish Inst. Res., № 151, 1939. <sup>2</sup> Т. А. Конторова и Я. И. Френкель, ЖТФ, XI, вып. 3, (1941) <sup>3</sup> А. Р. Ржаницын, Материалы к теории расчета конструкций по предельному состоянию, вып. II, 18, 1949. <sup>4</sup> Н. Н. Афанасьев, ЖТФ, X, вып. 19 (1940). <sup>5</sup> Т. А. Конторова, ЖТФ, XIII, вып. 6, (1943).

ФИЗИКА

Р. Б. Бегжанов и В. М. Харитонов

О постановке опытов по определению пробегов взаимодействия  
 и о статистических ошибках измерений

(Представлено А. И. Алиханяном 2. XII. 1957)

Обычно при измерении пробегов поглощения или взаимодействия средне-квадратичную ошибку измерений определяют по формуле  $\delta = \sqrt{N}$ , где  $N$  — число зарегистрированных частиц. Это соотношение соответствует распределению Пуассона.

В действительности имеет место биномальное распределение, при котором средне-квадратичная ошибка равна:

$$\delta = \sqrt{N_0 p (1 - p)} . \quad (1)$$

где  $N_0$  — первичный поток, а  $p$  — вероятность прохождения частицы через фильтр без взаимодействия

$$p = e^{-\frac{t}{L}} \quad (2)$$

( $t$  — толщина фильтра,  $L$  — пробег взаимодействия).

Обозначив через  $N$  число частиц, прошедших без взаимодействия, а  $\Delta N$  — число частиц, испытавших взаимодействие, из (1) получаем:

$$\delta = \sqrt{N(1 - p)} = \sqrt{\Delta N \cdot p} .$$

Распределение Пуассона и формула  $\delta = \sqrt{N}$  будут иметь место: для частиц, прошедших фильтр без взаимодействия — в случае очень толстых фильтров, когда  $p \ll 1$ , ( $(1 - p) \sim 1$ ,  $N \ll N_0$ ); для частиц, испытавших взаимодействие — в случае очень тонких фильтров, когда  $p \sim 1$ , ( $(1 - p) \ll 1$ ,  $\Delta N \ll N_0$ ). Как видно будет ниже, оба эти варианта постановки опыта невыгодны с точки зрения статистической ошибки измерений при заданной общей статистике ( $N_0$ ).

Из (1) для относительной средне-квадратичной ошибки в величине пробега взаимодействия  $\sigma_L / L$  получаем:

$$\frac{\sigma_L}{L} = \frac{1}{\sqrt{N_0}} \cdot \frac{L}{t} \left( e^{\frac{t}{L}} - 1 \right)^{1/2}. \quad (3)$$

Зависимость (3) от толщины фильтра показана на рис. 1 (кривая *a*). Интересно заметить, что при заданном  $N_0$  средне-квадратичная ошибка (3) имеет минимум при  $\frac{t}{L} = 1,59$ . Отсюда следует, что простое увеличение толщины фильтра свыше 1,6 ожидаемого значения  $L$  приве-

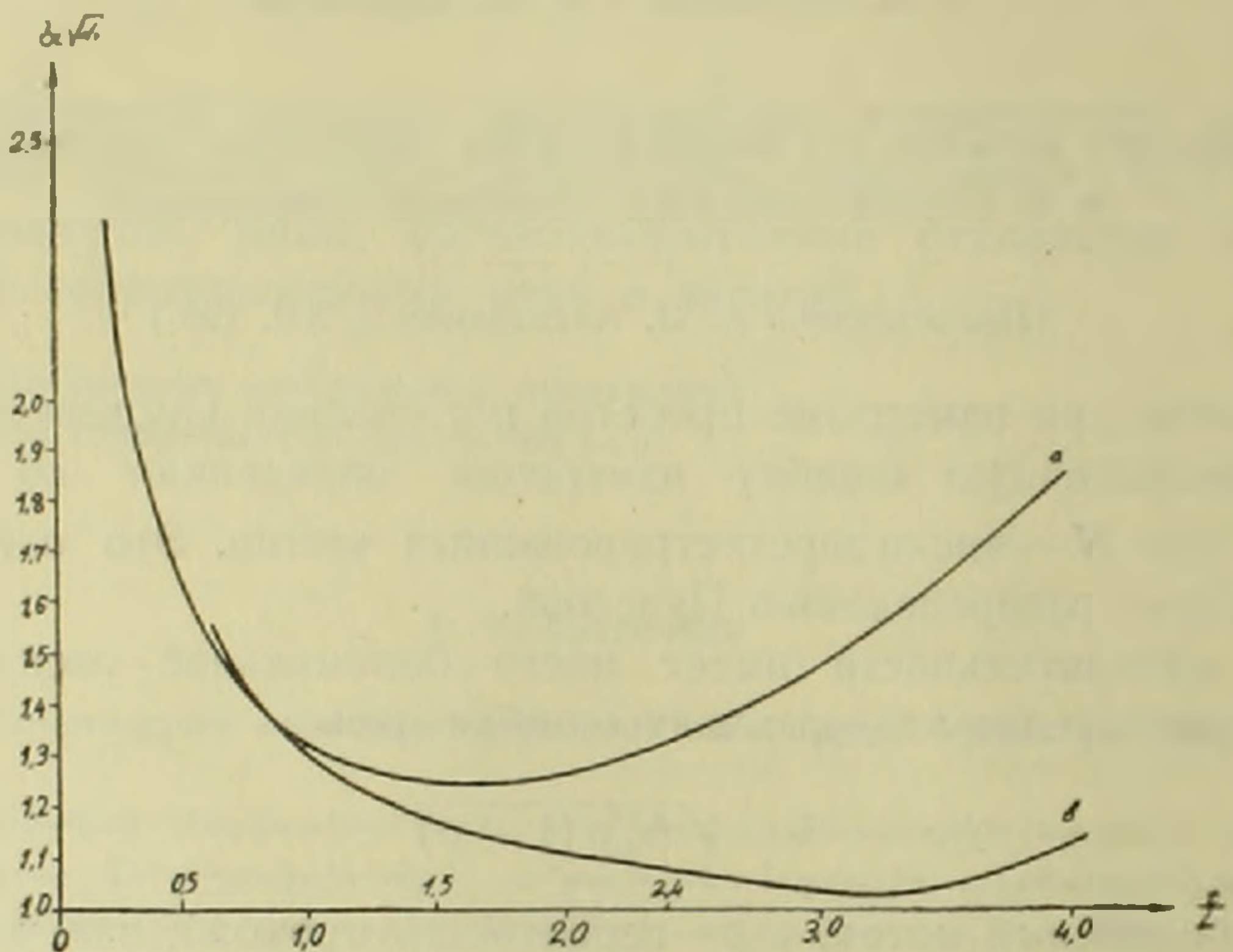


Рис. 1. *a*—зависимость относительной средне-квадратичной ошибки от толщины фильтра; *б*—минимальные ошибки, получающиеся при разделении фильтра на две части.

дет не к повышению, а к понижению точности результата. Минимальная ошибка при оптимальной толщине фильтра  $\frac{t}{L} = 1,6$  составляет

$$\frac{124}{\sqrt{N_0}} \cdot 10^{-2}.$$

Рассмотрим следующую задачу: пусть мы имеем фильтр толщиной  $t$ . Разобьем его на две части толщиной

$$t_1 = xt, \quad (4)$$

$$t_2 = (1 - x)t.$$

В этом случае ошибка в определении величины  $L$  будет равна

$$\frac{\sigma_L}{L} = \frac{1}{\sqrt{N_0}} \cdot \frac{L}{t} \cdot F_{(x)}^{-1/2}, \quad (5)$$

где

$$F(x) = \frac{x^2}{e^{\frac{xt}{L}} - 1} + \frac{(1-x)^2 e^{-\frac{xt}{L}}}{e^{(1-x)\frac{t}{L}} - 1}. \quad (6)$$

Минимум относительной средне-квадратичной ошибки (5) достигается при максимальном значении функции  $F(x)$ . Значения  $x$  и  $\frac{t}{L}$ ,

при которых  $F(x)$  достигает максимума, приведены на рис. 2. Кривая  $b$  на рис. 1 показывает получающиеся при этом ошибки. Как видно из рис. 1, разделение фильтра на две части имеет смысл только в том случае, если фильтр толще, чем 1,2—1,5 ожидаемого значения пробега взаимодействия. Минимум ошибки при разделенном фильтре, как и следовало ожидать, достигается при  $t = 3,2 L$ , причем минимальная ошибка составляет  $\frac{102}{\sqrt{N_0}}\%$ .

При той же толщине и не разделенном фильтре ошибка составит  $\frac{150}{\sqrt{N_0}}\%$ .

При больших толщинах можно разделить фильтр уже на 3 части. Однако сомнительно, чтобы получающееся при этом уточнение оправдывало усложнение установки. Само собою разумеется, что приведенные выше соображения о разделении фильтра на несколько частей не относятся к тому случаю, когда разделение проводится с целью идентификации тех или иных процессов определенного типа.

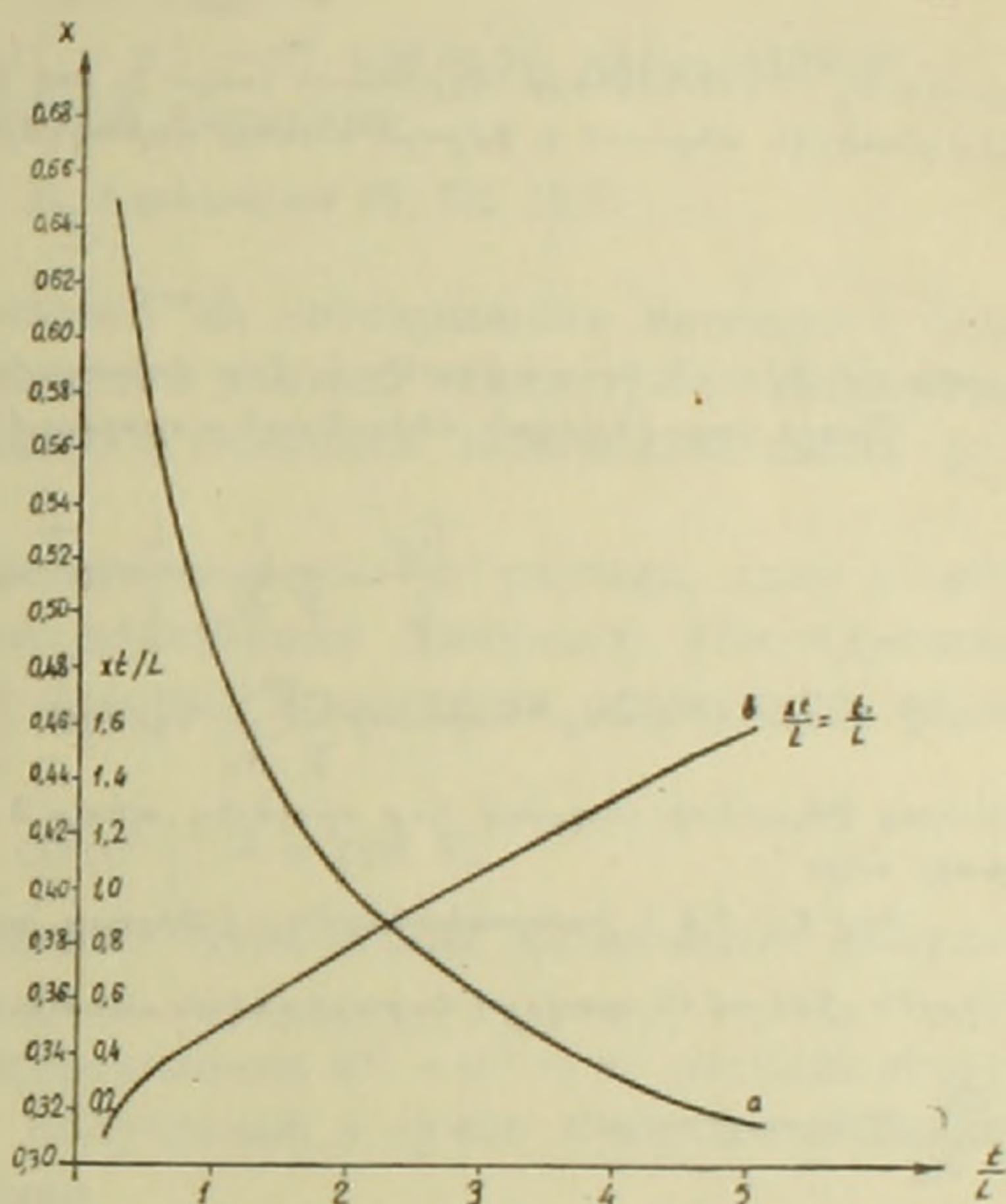


Рис. 2.  $a$ —зависимость величины  $x$ , при которой достигается минимальная ошибка при разделении фильтра на две части;  $b$ —зависимость оптимальной толщины одного из фильтров от суммарной толщины фильтров.

Физический институт  
Академии наук Армянской ССР  
Физико-технический институт  
Академии наук Узбекской ССР

**Փոխազդման վազքի երկարությունը որոշող փորձերի և չափման արդյունքների ստատիստիկական սխալների մասին**

Հնդհանրապես փոխազդման կամ կլանման վազքի երկարությունները չափելիս, որպես չափման արդյունքի միջին քառակուսային սխալ ընդունվում է  $\sqrt{N}$  մեծությունը, համապատասխան Պուասսոնի բաշխման: Իրականում տեղի ունի բինոմիական բաշխում և միջին քառակուսային սխալը հավասար է՝

$$\sqrt{N_0 p (1 - p)},$$

որտեղ  $N_0$  - ն մասնիկների սկզբնական հոսքն է, իսկ  $p$ -ն հավանականությունն է այն բանի, երբ մասնիկն անցնում է ֆիլտրն առանց փոխազդելու և հավասար է՝

$$p = e^{-\frac{t}{L}},$$

որտեղ  $t$ -ն ֆիլտրի հաստությունն է,  $L$ -ը փոխազդման վազքի երկարությունը: Սխալի հարարերական մեծությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\frac{G_L}{L} = \frac{1}{\sqrt{N_0}} \frac{L}{t} (e^{\frac{t}{L}} - 1)^{1/2},$$

և ունի մինիմում արժեք՝ հավասար  $\frac{124}{\sqrt{N_0}}\%$ , երբ  $\frac{t}{L} = 1,59$ : Փոքր և մեծ հաստություն ունեցող ֆիլտրերի դեպքում  $L$ -ը որոշելիս պետք է նկատի ունենալ  $L$ -ի հարարերական սխալի աճը:

Երբ  $t > 1,2 L$  նպատակահարմար է ֆիլտրը բաժանել երկու մասի, ըստ որում, այդ միջոցին զիմելով հնարավոր է հարարերական ստատիստիկական սխալը՝  $\frac{G_L}{L}$  որոշել մինչև

$$\frac{100}{\sqrt{N_0}}\% \text{ ճշտությամբ:}$$

ФИЗИКА

Х. П. Бабаян, Н. А. Марутян, К. А. Матевосян и М. Г. Саринян

Угловая корреляция в  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$  распаде, наблюдаемая  
 в ядерной эмульсии

(Представлено А. И. Алиханяном 20. XII. 1957)

Ли и Янгом <sup>(1)</sup> было указано на несохранение четности в слабых взаимодействиях, приводящее к угловой асимметрии в некоторых распадных процессах, например, в  $\beta$ -распаде поляризованных  $\mu^+$ -мезонов.

Если четность не сохраняется в  $\pi^+ \rightarrow \mu^+$  распаде, спин  $\mu^+$ -мезона ориентирован параллельно начальному импульсу. Последующий распад  $\mu^+$ -мезона приводит к угловой асимметрии позитронов, определяемой соотношением

$$W(\theta) = \text{const} (1 + \alpha \cos \theta),$$

где  $\alpha$  — коэффициент асимметрии;  $\theta$  — угол между начальными импульсами  $\mu^+$ -мезона и позитрона.

Асимметрия углового распределения  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$  распада исследована в ядерной эмульсии, облученной в пучке  $\pi$ -мезонов ускорителя и в космическом излучении.

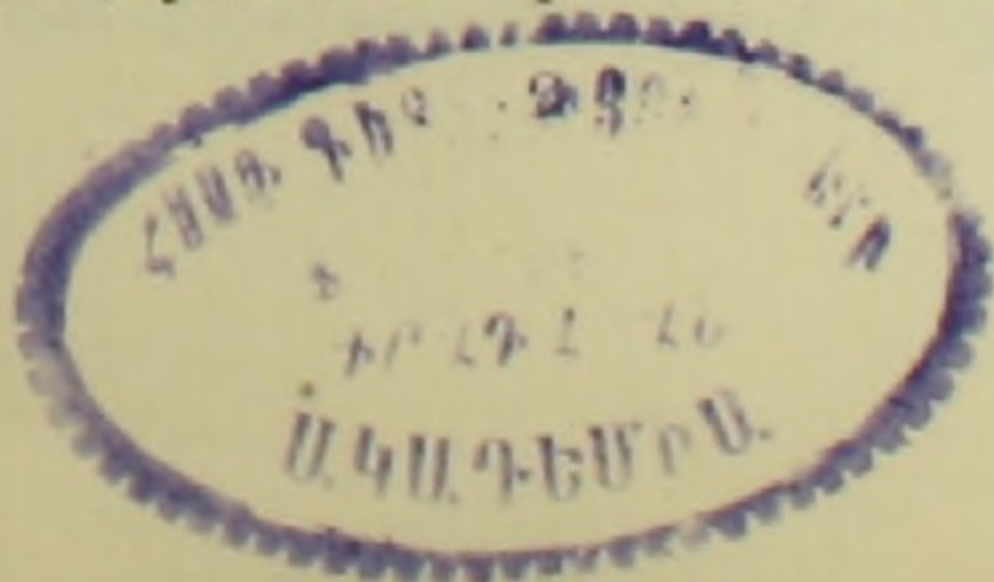
Данные работ <sup>(2-6)</sup>, проведенных на ускорителях, не противоречат друг другу в пределах экспериментальных ошибок и находятся в удовлетворительном согласии со значением коэффициента асимметрии, предсказанным теорией двухкомпонентного нейтрино <sup>(7)</sup>.

Коэффициент асимметрии, полученный в экспериментах с космическими лучами <sup>(8-11)</sup>, имеет большой разброс.

С этой точки зрения представляет интерес поставить опыт в аналогичных условиях с целью увеличения статистики и уточнения среднего значения коэффициента асимметрии.

Угловая асимметрия позитронов от  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$  распада изучалась в части 9-литровой стопки из 600  $\mu$  эмульсионных слоев Ильфорт G—5, облученной в Италии на высоте 30 км в течение 6—7 часов.

Определялся пространственный угол  $\theta$  между начальными направлениями  $\mu^+$ -мезона и позитрона. Для обеспечения точности в измерении угла  $\theta$ , исключения ложного эффекта асимметрии из-за ограниченной толщины эмульсии и для достоверной интерпретации  $\mu^+ \rightarrow e^+$  распада отбирались случаи, удовлетворяющие следующим условиям:



а)  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$  распад полностью содержался в одном эмульсионном слое;

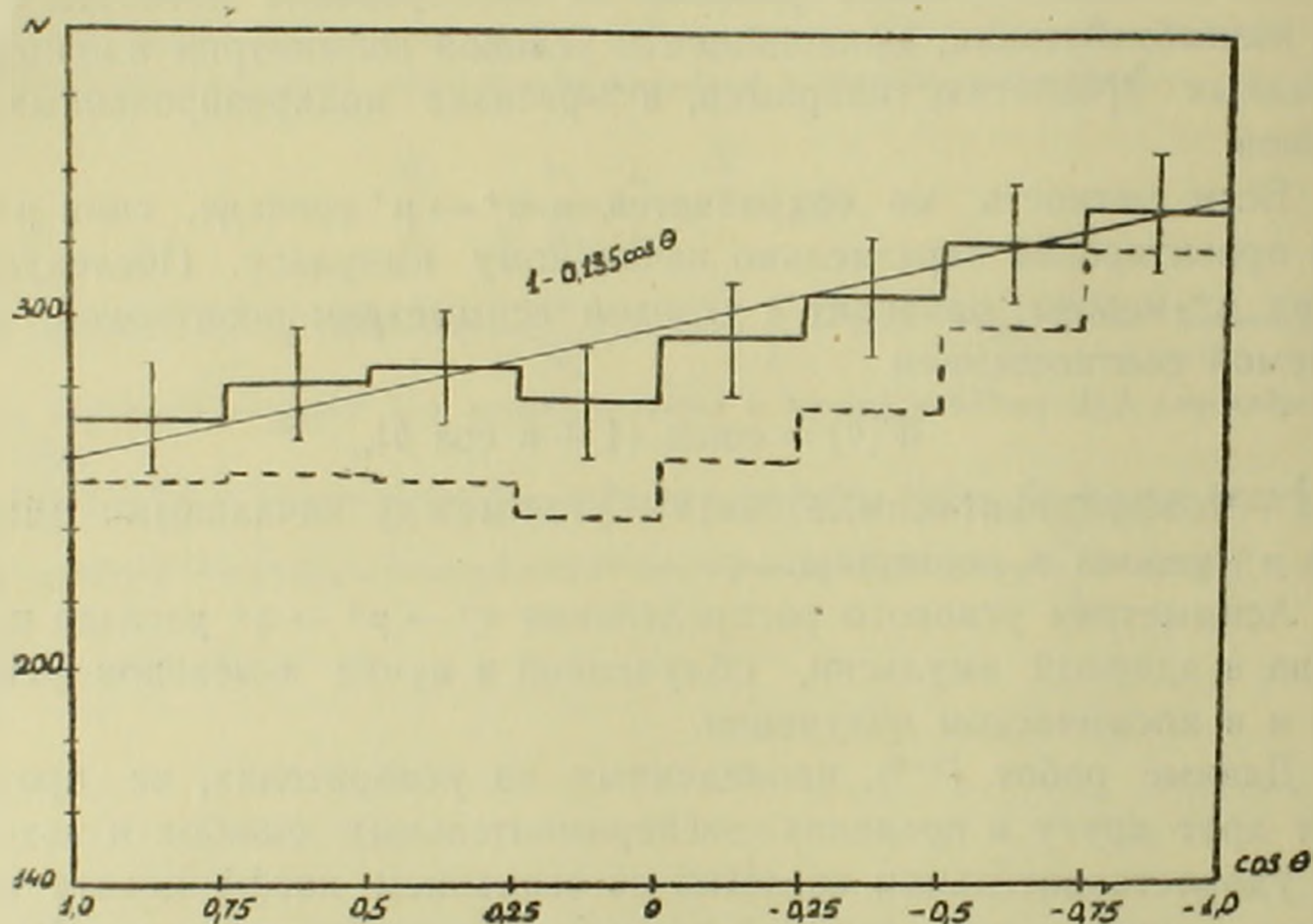
в) точка  $\mu^+ \rightarrow e^+$  распада находилась на глубине более 30  $\mu$  от одной из поверхностей проявленной эмульсии;

с) проекция электронного следа в плоскости эмульсии была более 15  $\mu$ .

Измерялись проекция угла  $\theta$  на плоскость эмульсии и углы погружения  $\mu^+$ -мезона и позитрона. Измерения велись на участках проекции следов длиной 50  $\mu$ , за исключением рассеянных  $\mu^+$ -мезонов и глубинных позитронов. Для последних брались участки меньшей длины.

Из полученных данных определялся пространственный угол  $\theta$  с точностью до  $2^\circ$ .

Полученное угловое распределение позитронов для 2160 случаев  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$  распада дано пунктирной линией на фиг. 1. В 1007 случаях



фиг. 1.

позитрон был испущен вперед ( $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ ), в 1153 случаях — назад ( $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$ ). Сплошной линией дано распределение позитронов с учетом геометрической поправки. Методом наименьших квадратов вычислен коэффициент асимметрии.

$$A = -(0,135 \pm 0,043)$$

С учетом деполяризационного эффекта оценен действительный коэффициент асимметрии по формуле

$$\alpha = \frac{A}{1 - \gamma_{G-5}}, \text{ где } \gamma_{G-5} = 0,55 \pm 0,03^{(12)}$$

$$\alpha = -(0,300 \pm 0,095)$$

В табл. 1 приведены данные всех известных работ по космическим лучам.

Таблица 1

| Группы                               | Число случаев | $-A$              |
|--------------------------------------|---------------|-------------------|
| Рим <sup>(8)</sup> . . . . .         | 1028          | $0,222 \pm 0,067$ |
| Бристоль <sup>(9)</sup> . . . . .    | 1562          | $0,08 \pm 0,05$   |
| Копенгаген <sup>(10)</sup> . . . . . | ?             | $0,17 \pm 0,07$   |
| Миннесота <sup>(11)</sup> . . . . .  | 2117          | $0,03 \pm 0,04$   |
| Настоящая работа . . . . .           | 2160          | $0,135 \pm 0,043$ |

Значение  $A = -(0,135 \pm 0,043)$ , полученное нами, вместе с результатами других работ <sup>(8-10)</sup> указывает на несостоятельность некоторых предположений, сделанных группой Миннесоты<sup>(11)</sup> для объяснения полученного ими изотропного распределения позитронов. Авторами высказана возможность существования более одного вида  $\pi^+$ -мезонов в космическом излучении со свойствами, зависящими от природы рождения.

Заниженное значение коэффициента асимметрии, полученное ими, указывает, по-видимому, на существование добавочных деполяризационных эффектов, обусловленных какими-то специфическими химическими свойствами эмульсии. Среднее значение коэффициента асимметрии, из значений  $A$ , данных в таблице 1, оценено

$$a = -(0,311 \pm 0,095),$$

(без учета данных группы Миннесоты), что согласуется со средним значением, полученным на ускорителе.

В заключение авторы выражают благодарность Э. Р. Туманян, Э. В. Манасян, Ф. А. Аветян, А. Р. Канесян и Л. Н. Татевосян за измерения и просмотр эмульсии.

Физический институт  
Академии наук Армянской ССР

Խ. Պ. ԲԱԲԱՅԱՆ, Ն. Ա. ՄԱՐՈՒԹՅԱՆ, Կ. Ա. ՄԱԹԵՎՈՍՅԱՆ ԵՎ Մ. Ն. ՍԱՐԻՆՅԱՆ

$\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$  տրոհման սեկյուրացիոն կորելյացիայի դիտումը  
կորիզային էմուլսիայում

Հիի և Յանգի կողմից ցույց է տրված, որ թույլ փոխադրեցություններում գույ-  
դության պահպանման օրենքը տեղի չունի, որը կարելի է ստուգել մի շարք փորձերով:  
Եթե գույդությունը չի պահպանվում  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$  տրոհման ժամանակ, ապա դիտվում է  
պոզիտրոնների անկյունային ասիմետրիա, որը տրվում է (1) բանաձևով:

Ներկա աշխատանքում ուսումնասիրվում է 2160  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$  տրոհում կորիզային  
էմուլսիայի 600  $\mu$  հաստություն ունեցող թիթեղներում, որոնք ճառագայթման են  
ենթարկվել մոտ 30 կմ բարձրության վրա: Ցուրաքանչյուր ղեպում որոշված է  $\mu^+$ -  
մեզոնի և պոզիտրոնի սկզբնական իմպուլսների միջև ընկած անկյունը: Արդյունքները  
տրված են գծագրում:

Ամենափոքր քառակուսիների մեթոդով հաշվված է ասիմետրիայի գործակիցը՝  
 $A = -(0,135 \pm 0,043)$ , և համապատասխան իրական գործակիցը՝  $a = -(0,300 \pm 0,095)$ ,  
որը նկատի է առնում  $\mu^+$ -մեզոնների դեպոլյարիզացիան էմուլսիայում:

Ինքզինքն են նման պայմաններում կատարված ուսումնասիրությունների արդյունք-

ներքև տրվում է Մինեսոտայի խմբի <sup>(11)</sup> աշխատանքի բացասական արդյունքի պատճառը:

Աշխատանքում բերվում է նաև կոսմիկական ճառագայթներից ճառագայթված կորիզային էմուլսիայի թիթեղներում ուսումնասիրված՝  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$  տրոհման զեպրում անկյունային ասիմետրիայի գործակցի միջին արժեքը՝

$$a = -(0,311 \pm 0,05),$$

որը համասպատասխանության մեջ է գտնվում արագացուցիչների հետ կատարված փորձերում ստացված արդյունքի հետ:

## Л И Т Е Р А Т У Р А — Г Р Ա Վ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

<sup>1</sup> Т. Д. Ли и С. Н. Янг, Phys. Rev., 104, 256 (1956). <sup>2</sup> Ж. И. Фридман и В. Л. Телегди, Phys. Rev., 105, 1290 (1957). <sup>3</sup> Н. Н. Бисвас, М. Цекарели и Ж. Крусард, Nuovo Cim., 5, 756 (1957). <sup>4</sup> Д. Ф. Давис, А. Ензлер и др., Nuovo Cim., 6, 311 (1957). <sup>5</sup> Т. Хейгеберт, М. Рэн и др., Nuovo Cim., 5, 1808 (1957). <sup>6</sup> Г. В. Чадвик, С. А. Дюрани, Phil. Mag., 2, 684 (1957). <sup>7</sup> Л. Д. Ландау, ЖЭТФ, 32, 405 (1957). <sup>8</sup> С. Кастагноли, С. Францинети и А. Манфредини, Nuovo Cim., 5, 684 (1957). <sup>9</sup> Б. Бовмик, Д. Эванс и Д. Ж. Провс, Nuovo Cim., 5, 1663 (1957). <sup>10</sup> М. Ф. Каплон, Сообщение на Рочестерской конференции. <sup>11</sup> П. Фаулер, П. С. Фриер и др., Nuovo Cim., 6, 63 (1957). <sup>12</sup> В. У. Вилкинсон, Nuovo Cim., 6, 516 (1957).

АСТРОФИЗИКА

А. А. Никитин

Некоторые оценки интенсивностей линий гелия в звездных спектрах в случае нестационарной задачи

(Представлено В. А. Амбарцумяном 31. XII. 1957)

В спектре Солнца, а также в спектрах многих звезд, линии гелия, связанные с уровнем  $2^3S$ , довольно быстро изменяют свою интенсивность с течением времени. Так, согласно данным <sup>(1)</sup> эквивалентная ширина линии He  $\lambda 10830$  изменялась со временем следующим образом.

За нулевой момент взято начало серии наблюдений. Для объяснения наблюдаемых эффектов рассмотрим в первом приближении следующую грубую схему: пусть в какой-то момент времени в тонкой оболочке, в которой могут воз-

Таблица 1

| Время<br>минуты | 0   | 2   | 6   | 11  | 13  | 18  |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| W (мл А)        | 107 | 597 | 665 | 338 | 386 | 150 |

никать „shell“ спектры, внезапно изменилась плотность ионизирующей радиации, либо электронная плотность. Выясним, как вследствие этого будут изменяться интенсивности линий гелия, связанные с уровнем  $2^3S$ . С одной стороны, их интенсивности должны увеличиться вследствие увеличения числа рекомбинаций на  $2^3S$  и другие уровни, а с другой уменьшиться, так как будет иметь место увеличение числа ударов II рода, переводящих атомы гелия из состояния  $2^3S$  в состояние  $1^1S$ . Пусть в какой-либо момент времени  $t$  в состоянии  $1^1S$  будет  $n_1$  атомов гелия, в состоянии  $2^3S$  —  $n_2$ , в ионизованном состоянии —  $n^+$ . Состояние  $2^1S$  будем считать слабо метастабильным и потому при расчетах, в первом приближении, во внимание не принимать. Тогда в рассматриваемой схеме можно написать следующие уравнения, характеризующие скорость изменения населенностей уровней  $1^1S$  и  $2^3S$  с течением времени.

$$\frac{dn_2}{dt} = -\omega n_2 \varphi(T^x) + n_e \cdot n^+ f(T_e) - n_2 n_e \lambda(T_e) \quad (1)$$

$$\frac{dn_1}{dt} = -\omega n_1 \cdot \theta(T^x) + n_e \cdot n^+ f_1(T_e) + n_2 n_e \lambda(T_e)$$

В обоих уравнениях первые члены представляют число ионизаций под действием радиации с коэффициентом дилуции  $w$ ; вторые члены — число рекомбинаций на все триплетные и соответственные синглетные уровни; последний член есть число переходов с уровня  $2^3S$  на  $1^1S$  под действием ударов II рода. Легко также учесть неупругие переходы типа  $2^3S \rightarrow 2^1S$  и двухфотонные переходы с уровня  $2^3S$ . В нашем приближенном расчете мы их опускаем.

При небольших электронных температурах переходами типа  $1^1S \rightarrow 2^3S$  и т. д., в первом приближении, можно пренебречь.

Из системы (1), принимая во внимание, что  $n_1 + n_2 + n^+ = n$ , получаем следующее уравнение

$$\frac{d^2 n_2}{dt^2} + \frac{dn_2}{dt} (A + A_1) + n_2 (AA_1 - BB_1) + BC_1^* - A_1 C = 0, \quad (2)$$

причем:

$$A = w\varphi(T^*) + n_e f(T_e) + n_e \lambda(T_e); \quad B = n_e \cdot f(T_e)$$

$$A_1 = w\theta T^* + n_e f_1(T_e);$$

$$B_1 = n_e f_1(T_e) + n_e \lambda(T_e)$$

$$C = n_e \cdot n f(T_e);$$

$$C_1^* = n_e \cdot n \cdot f_1(T_e)$$

Решение (2) имеет вид:

$$n_2 = C_1 e^{k_1 t} + C_2 e^{k_2 t} + \frac{A_1 C - BC_1^*}{AA_1 - BB_1}; \quad (3)$$

$$k_{1,2} = \frac{-(A + A_1) \mp \sqrt{(A_1 - A)^2 + 4BB_1}}{2}.$$

Величины  $k_1$  и  $k_2$  всегда меньше нуля, так как иначе должно было бы быть  $BB_1 > AA_1$ , что невозможно. Для определения  $C_1$  и  $C_2$  необходимо задать начальные условия. В рассматриваемой схеме они таковы:

$$\text{при } t = 0; \quad n_2 = n^0; \quad n^+ = n_0^+; \quad \text{тогда } \left( \frac{dn_2}{dt} \right)_{t=0} = \beta. \quad (4)$$

Величина  $\beta$  легко находится из уравнения (1) при подстановке в него начальных данных. Если предположить, что в начальный момент произошло мгновенное изменение электронной плотности, то, полагая  $n_e = n_e^0 (1 + \delta)$ , находим, что

$$\left( \frac{dn_2}{dt} \right)_{t=0} = \delta w n_0 \varphi(T^*) n_e^0. \quad (5)$$

Будем считать, что  $\beta > 0$ . Тогда находим, что

$$C_1 = \frac{k_2(n_0 - \alpha) - \beta}{k_2 - k_1}; \quad C_2 = \frac{\beta - k_1(n_0 - \alpha)}{k_2 - k_1}; \quad (6)$$

$$\alpha = \frac{A_1 C - BC_1^*}{AA_1 - BB_1}.$$

Считая, что  $n_0 > \alpha$ , имеем  $C_1 < 0$  и соответственно  $C_2 > 0$ . Окончательно для величины  $n_2$  получаем

$$n_2 = \left[ \frac{k_2(n_0 - \alpha) - \beta}{k_2 - k_1} \right] e^{k_1 t} + \left[ \frac{\beta - k_1(n_0 - \alpha)}{k_2 - k_1} \right] e^{k_2 t} + \alpha. \quad (7)$$

Формулы (3) и (7) позволяют приближенно оценить время релаксации рассматриваемого процесса. Так как  $|k_1| > |k_2|$ , то в выражении (7) основную роль будет играть член, содержащий в экспоненте  $k_2$ . Время релаксации  $T$  определяется тогда соотношением

$$|k_2| T \approx 1,$$

используя выражение (3), находим

$$T \approx \frac{2}{1 - (A_1 + A) + \sqrt{(A_1 - A)^2 + 4BB_1}}; \quad (8)$$

Если в (3) произведение  $BB_1$  мало, то время релаксации будет обратно пропорционально величине  $A_1$  или  $A$  в зависимости от того, какая из них будет меньше по абсолютной величине.

Обратимся теперь к дальнейшему исследованию формулы (7). При сделанных предположениях, коэффициенты при экспонентах в (7) будут иметь разные знаки и потому величина  $n_2$  будет иметь экстремум при некотором значении  $t$ . Она является корнем уравнения

$$e^{k_1 t} = \frac{1 - \gamma_1}{1 - \gamma_2} e^{k_2 t}, \quad (9)$$

где

$$\gamma_1 = \frac{\beta}{k_1(n_0 - \alpha)}; \quad \gamma_2 = \frac{\beta}{k_2(n_0 - \alpha)}$$

Из уравнения следует, что

$$t_{кр} = \ln \left( \frac{1 - \gamma_2}{1 - \gamma_1} \right)^{\frac{1}{k_2 - k_1}}. \quad (10)$$

Ввиду того, что, как было показано выше,  $|C_2| > |C_1|$  и, кроме того,  $|k_1| > |k_2|$ , то при этом значении  $t_{кр}$  величина  $n_2$ , выражаемая формулой (7), будет иметь максимум. Очевидно также, что при других предположениях относительно параметров, входящих в выражения (4)–(7), может иметь место случай, когда  $n_2$  будет иметь минимум. Когда  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  малы, то для  $t$  можно получить следующее приближенное выражение

$$t_{кр} \approx \left( \frac{k_1}{k_2} \right)^{\frac{1}{k_2 - k_1}}. \quad (11)$$

Максимальная населенность метастабильного уровня  $2^3S$  в рассматриваемом процессе будет равна

$$n_{2кр} = (n_0 - \alpha) (1 - \gamma_2) \left( \frac{1 - \gamma_2}{1 - \gamma_1} \right)^{\frac{k_2}{k_2 - k_1}} + \alpha. \quad (12)$$

Для малых  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  приближенное выражение для  $n_{2кр}$  записывается в виде

$$n_{2кр} \approx n_0 + \frac{\beta (k_2 - k_1)}{k_1 \cdot k_2}. \quad (13)$$

Эквивалентная ширина линии поглощения, имеющей своим нижним уровнем метастабильный уровень  $2^3S$ , будет выражаться, как известно, формулой

$$W = \frac{\pi e^2}{mc^2} \lambda_{ik}^2 f_{ik} \int_{h_2}^{h_1} n_2 dh, \quad (14)$$

$f_{ik}$  — сила осциллятора соответствующего перехода.

Подстановка в эту формулу выражений (7) или (12) позволит сделать оценку интенсивности линий  $\lambda 10830$  ( $2^3S - 2^3P$ ),  $\lambda 3889$  и т. п. в тот или иной момент времени.

Проведенное выше рассуждение показывает, что наблюдаемые изменения интенсивностей линий гелия  $\lambda 10830$ ,  $\lambda 3889$  качественно укладываются в рамки предположений, положенных в основу настоящей работы. Подробное сравнение с наблюдениями, а также другие возможные случаи рассмотренной нестационарной задачи автор предполагает провести в другой работе.

Ա. Ա. ՆԻԿԻՏԻՆ

Ոչ ստացիոնար խնդրի դեպքում աստղային սպեկտրներում հելիումի գծերի ինտենսիվությունների մի բանի զննահատակացներ

Տեսականորեն ուսումնասիրվում են հելիումի այն գծերի ինտենսիվությունները, որոնք կրանվում են  $2^3S$  վիճակից: Որպես ինտենսիվությունների փոփոխության պատճառ ընդունվում է իոնացնող ճառագայթման կամ էլեկտրոնային խտության ակնթարթային ավելացումը այն շերտում, որտեղ սովորաբար առաջանում են «shell»-գծերը:

Ցույց են տրված, որ այդպիսով ընդհանրապես բացատրվում են  $\lambda 10830$  և  $\lambda 3889$  գծերի դիտված փոփոխությունները:

#### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> О. Молер, Ар. Ж. 115, № 2 (1952). <sup>2</sup> П. Мерилл, Ар. Ж., 115, № 1 (1952).  
<sup>3</sup> О. Молер и Л. Гольдберг, Ар. Ж. 124, № 1 (1956).

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Т. Бабаян, чл.-корр. АН Армянской ССР,  
А. А. Григорян и Г. Т. Мартиросян

Расщепление галоидалкил содержащих четвертичных  
аммониевых солей водной щелочью

(Представлено 30.VIII.1957)

Ранее нами было показано (<sup>1,2</sup>), что четвертичные аммониевые соли, содержащие галоидалкил, под действием водной щелочи легко подвергаются реакции дегидрогалоидирования—расщепления с образованием непредельных соединений с сопряженными кратными связями.

В большинстве случаев эти реакции протекают уже при комнатной температуре, самое большее при температуре кипящей водной бани и лишь в редких случаях требуется нагревание до 115—120°.

Простота и легкость протекания этой реакции придают ей наряду с теоретическим также и большой практический интерес.

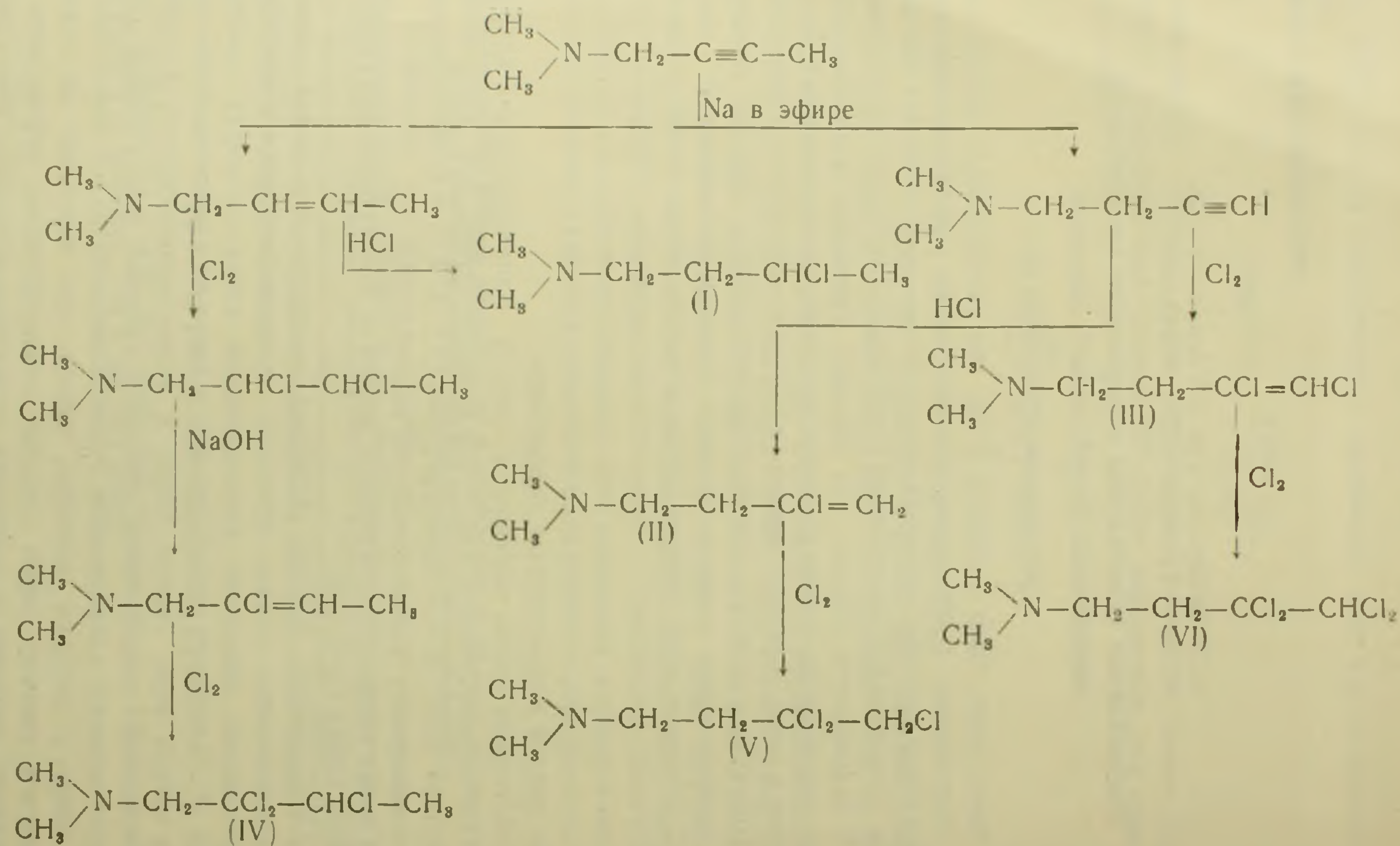
С помощью этой реакции легко осуществляется синтез ряда малодоступных соединений с сопряженными кратными связями.

Мы надеемся, пользуясь этой реакцией, выяснить ряд интересующих нас вопросов относительно зависимости между строением и прочностью связей в аммониевых соединениях.

Настоящая статья посвящена синтезу 1-диметиламино-3-хлорбутана (I), -3-хлорбутена-3 (II), -3, 4-дихлорбутена-3 (III), -2, 2, 3-трихлорбутана (IV), -3, 3, 4-трихлорбутана (V), -3, 3, 4, 4-тетрахлорбутана (VI) и щелочному расщеплению их иодметилатов.

Синтез аминов осуществлялся, исходя из 1-диметиламинобутана-2, согласно схеме (стр. 158).

Хлорирование водных растворов солянокислых солей указанных непредельных аминов протекает совершенно гладко и приводит к образованию продуктов присоединения хлора по месту кратных связей (<sup>3</sup>). Благодаря резкой разнице в скоростях присоединения первой и второй пары атомов хлора к 1-диметиламинобутину-3 можно при неполном хлорировании получить высокий выход амина (III). Продукт полного хлорирования 1-диметиламинобутину-3 можно получить также с высоким выходом, однако при перегонке он сильно осмоляется, поэтому сырой продукт непосредственно переводился в иодметилат, который и очищался перекристаллизацией. Результаты хлорирования приведены в табл. 1 (№№ 1—6).



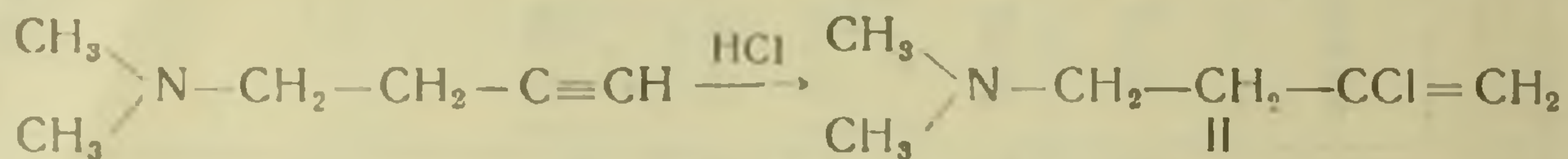
## Результаты хлорирования (1—6) и гидрохлорирования (7—9)

| № № п/п | Исходное соединение                                                                                  | Полученный продукт                                                                                                                       | Выход в % | Т. кип. в °C      | $d_4^{20}$ | $n_D^{20}$ | Cl в %                                     |         | Темп. пл. произв. в °C |        |           | Примечание                             |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|------------|------------|--------------------------------------------|---------|------------------------|--------|-----------|----------------------------------------|
|         |                                                                                                      |                                                                                                                                          |           |                   |            |            | найдено                                    | вычисл. | иодметилат             | пикрат | хлоргидр. |                                        |
| 1       | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$ | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CCl}=\text{CHCl}$<br>(III)                             | 80        | 60—65<br>(10 мм)  | 1,0891     | 1,4688     | 42,17                                      | 42,26   | 214                    | 145    | 187       | При перегонке амин сильно осмольется   |
| 2       | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$ | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CCl}_2-\text{CHCl}_2$<br>(VI)                          | 42        | 90<br>(19 мм)     | 1,3106     | 1,4977     | 59,42                                      | 59,41   | 212                    | 166    | 203       |                                        |
| 3       | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$ | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CCl}_2-\text{CHCl}_2$<br>+ $\text{CH}_3\text{J}$ (VIa) | 90        | —                 | —          | —          | [ % J' в иодметилате<br>33,58      33,33 ] |         | 212                    | —      | —         | Выделен в виде иодметилата             |
| 4       | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CCl}=\text{CH}-\text{CH}_3$    | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CCl}_2-\text{CHCl}-\text{CH}_3$<br>(IV)                            | 62        | 73—74<br>(10 мм)  | 1,1986     | 1,4768     | 51,94                                      | 52,07   | 227                    | —      | —         | Выделен в виде хлористоводородной соли |
| 5       | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CCl}=\text{CH}_2$  | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CCl}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$<br>(V)                    | 61        | 86—90<br>(11 мм)  | 1,211      | 1,4805     | [ % J' в иодметилате<br>37,08      36,65 ] |         | 212                    | —      | —         |                                        |
| 6       | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CCl}=\text{CH}_2$  | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CCl}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$<br>· HCl                  | 90—95     | —                 | —          | —          | —                                          | —       | —                      | —      | —         | (°)                                    |
| 7       | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$     | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHCl}-\text{CH}_3$<br>(I)                              | 95        | 38—39<br>(10 мм)  | 0,9038     | 1,4315     | —                                          | —       | —                      | —      | 168       |                                        |
| 8       | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$  | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CCl}-\text{CH}_3$                                        | 78        | 134—138<br>680 мм | —          | —          | —                                          | —       | —                      | 120    | 143       | (?)                                    |
| 9       | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$ | $\text{CH}_3 \text{ } \text{CH}_3 \text{ } \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CCl}=\text{CH}_2$                                      | 81        | 135—138<br>680 мм | 0,9279     | 1,4440     | [ % J' в иодметилате<br>46,16      46,09 ] |         | 198                    | —      | —         |                                        |

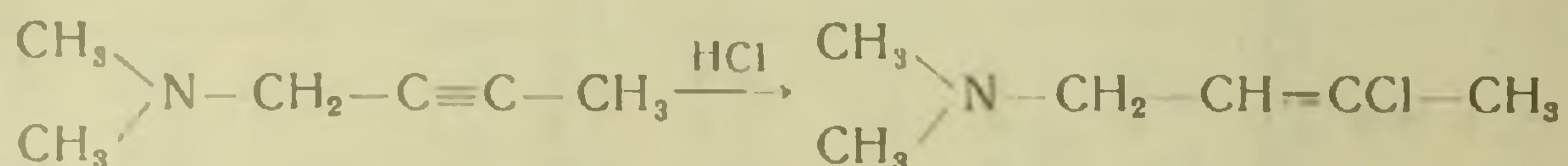
Гидрохлорирование осуществлялось пропусканием тока сухого хлористого водорода через расплавленную солянокислую соль амина.

Как и следовало ожидать (<sup>4</sup>), гидрохлорирование 1-диметиламинс-бутена-2 приводит к образованию 1-диметиламино-3-хлорбутана (I).

Мы не нашли литературных указаний относительно порядка присоединения хлористого водорода к диалкиламиноацетиленам. Однако данные по гидратации однозамещенных (<sup>5</sup>) и двузамещенных (<sup>6</sup>) диалкиламиноацетиленов давали нам основание предполагать, что гидрохлорирование 1-диметиламинобутена-3, в котором тройная связь концевая, будет протекать в согласии с правилом Марковникова и приведет к образованию 1-диметиламино-3-хлорбутена-3 (II).

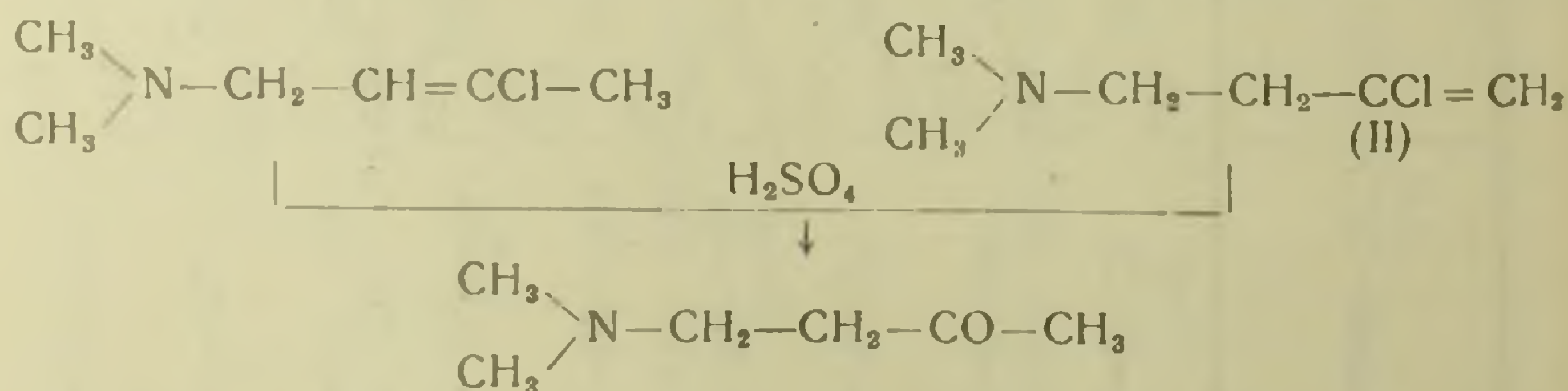


В случае же 1-диметиламинобутена-2 решающим окажется направляющее влияние аммониевой группы и гидрохлорирование приведет к 1-диметиламино-3-хлорбутену-2.



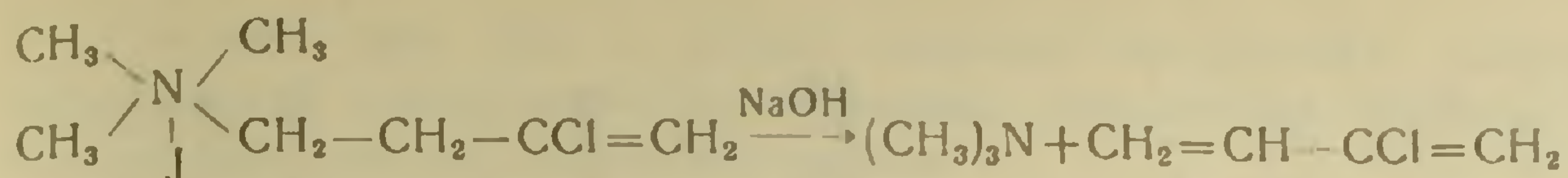
Результаты гидрохлорирования показали, что действительно порядок присоединения хлористого водорода находится в согласии с литературными данными относительно порядка присоединения элементов воды при гидратации диалкиламиноацетиленов. Так, продукт гидрохлорирования 1-диметиламинобутена-2 дал пикрат (т. пл. 120°), который в смеси с пикратом 1-диметиламино-3-хлорбутена-2 не давал депрессии температуры плавления.

Продукт, полученный в результате гидрохлорирования 1-диметиламинобутена-3—амин (II), в литературе не описан. Его строение было доказано сернокислотным гидролизом, приведшим к диметиламинобутанону, идентичному с 1-диметиламинобутаном-3, полученным в результате сернокислотного гидролиза 1-диметиламино-3-хлорбутена-2 (<sup>7</sup>).



Смешанная проба их пикратов, плавящихся при 108°, не дала депрессии температуры плавления.

Строение амина (II) подтверждается также и реакцией щелочного расщепления его иодметилата, в результате которой образуются три-метиламин и хлоропрен:



Результаты гидрохлорирования приведены в таблице 1 (№№ 7—9). В условиях, при которых проводили гидрохлорирование, присоединения второй молекулы хлористого водорода не наблюдалось.

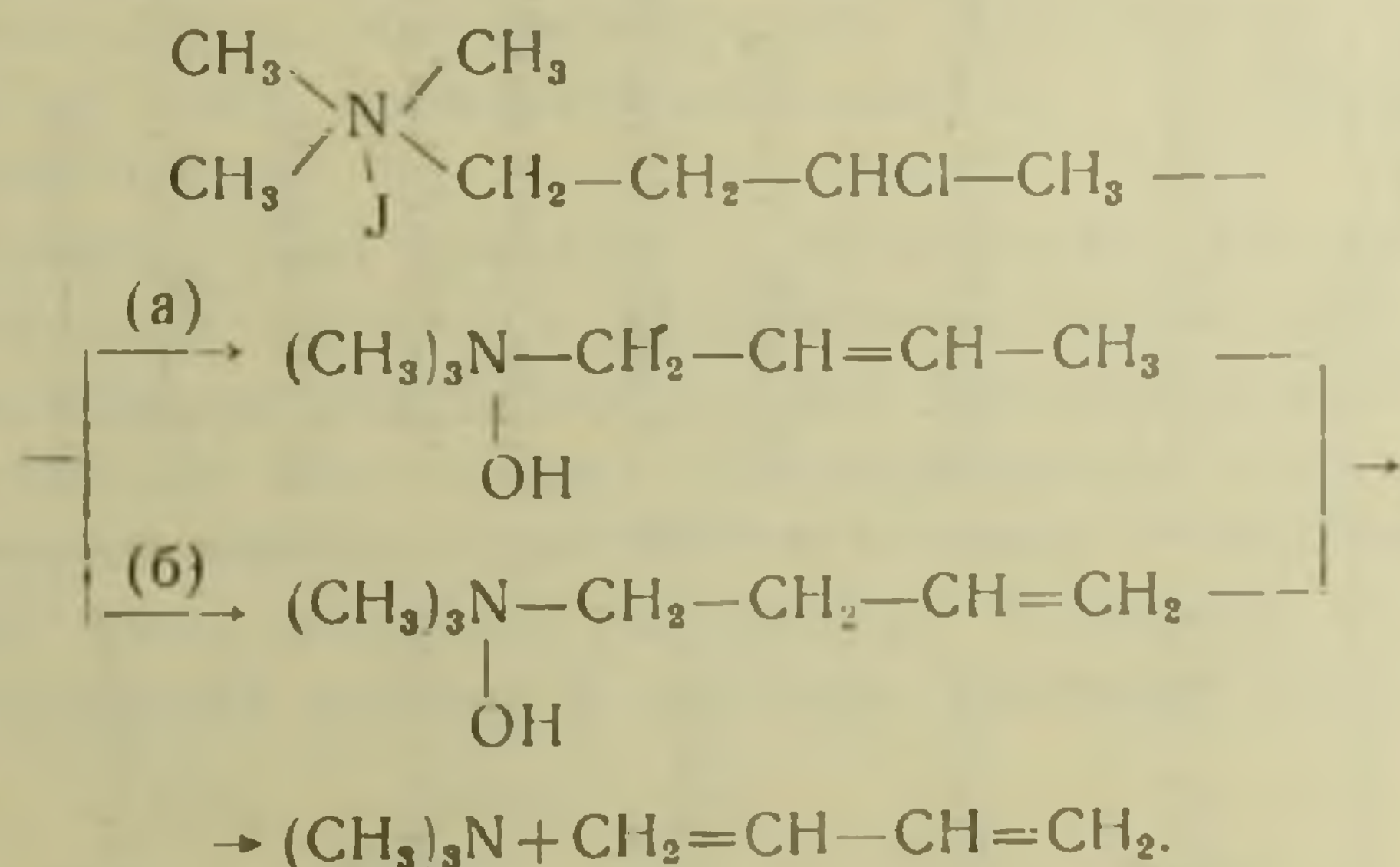
Расщепление иодметилатов полученных нами галоидалкиламинов проводилось следующим образом: к нагреваемой на водяной бане четвертичной аммониевой соли при перемешивании постепенно прибавлялась водная щелочь 20—25% концентрации. Низкокипящие продукты реакции по мере образования удалялись из реакционной смеси. Триметиламин улавливался титрованным раствором кислоты, летучие безазотистые продукты реакции собирались либо в газометре, либо в охлаждаемом приемнике. Кротоновая кислота извлекалась из подкисленной реакционной смеси экстрагированием эфиром. Полученные кристаллы плавлись при 70° и в смеси с кротоновой кислотой не давали депрессии температуры плавления. Хорошо растворимый в воде изомер отгонялся из подкисленного слоя водяным паром. Количество его определялось титрованием. Кислота идентифицировалась анализом серебряной соли (данные табл. 2).

При расщеплении иодметилата амина (I) потребовалась несколько более высокая температура (115—120°).

Результаты расщепления приведены в табл. 2.

Судя по выделенным продуктам расщепления, взаимодействие солей (Ia), (IIa) и (IVa) с водной щелочью протекает однозначно, в остальных случаях оно приводит к образованию двух, даже трех безазотистых продуктов.

Реакция дегидрохлорирования, предшествующая расщеплению соли (Ia), может протекать в двух направлениях:



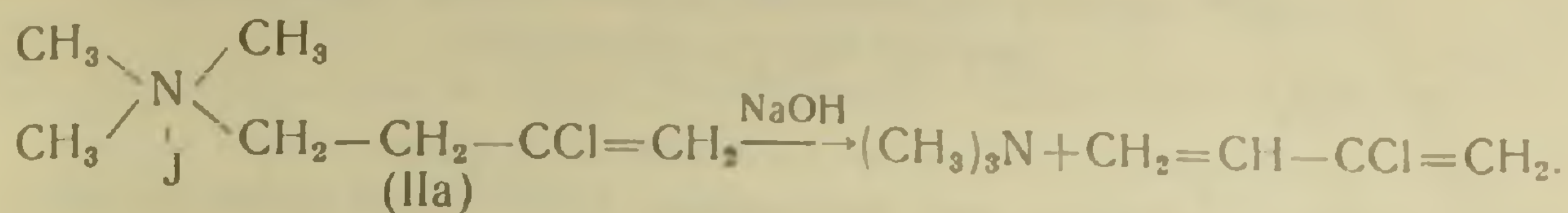
Ввиду подвижности βН в четвертичных аммониевых соединениях, надо полагать, что образование бугадиена происходит через промежуточную стадию образования гидроокиси триметилбутен-2-иламмония, т. е. что дегидрохлорирование протекает по (a).

Таблица 2

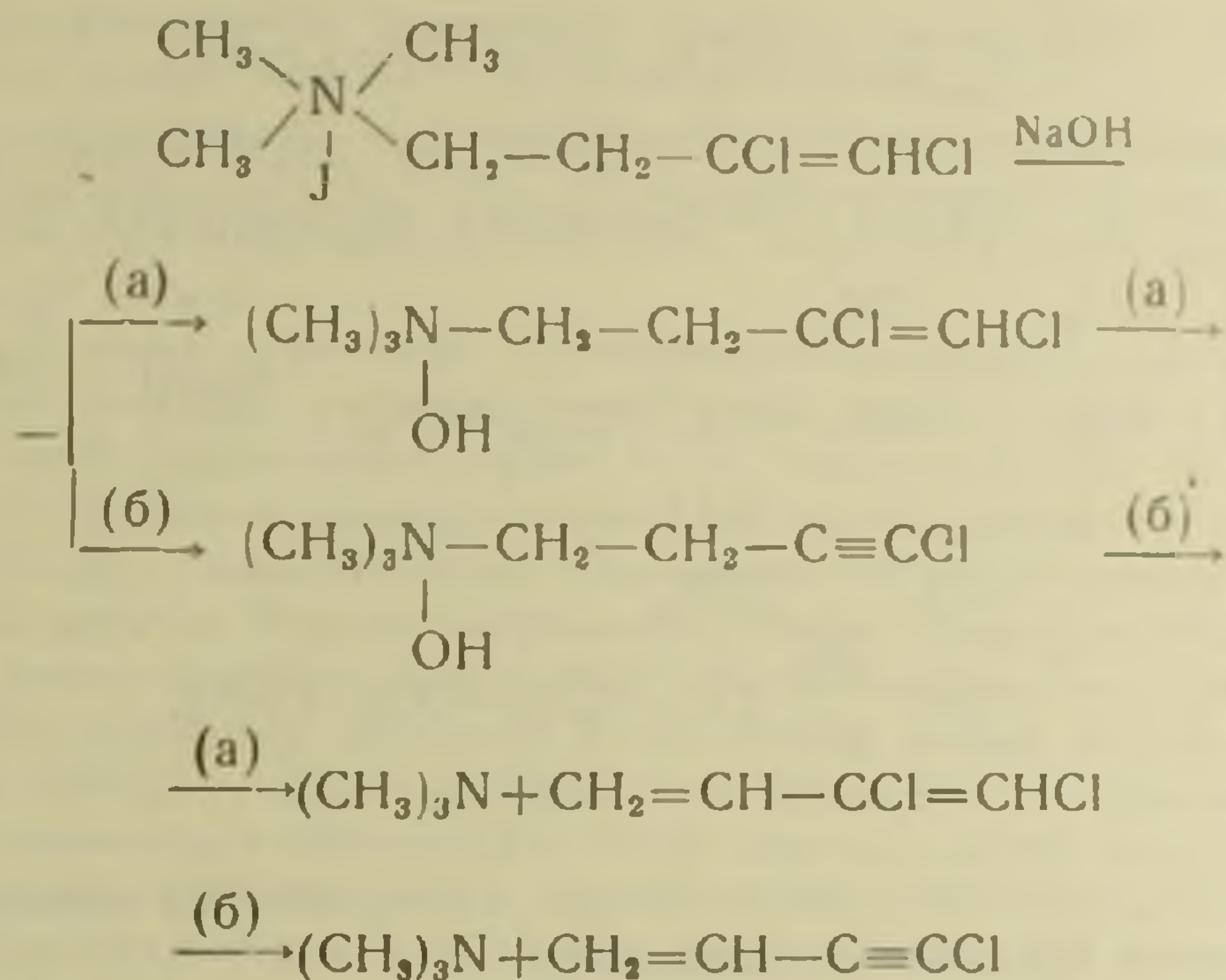
## Результаты щелочного расщепления подметилатов

| Исходное соединение                                                                                                                                                                                                | Безазотистые продукты расщепления        | Выход в % | Т. к. в °C         | d <sub>4</sub> <sup>20</sup> | n <sub>D</sub> <sup>20</sup> | Cl в %                                      |         | Примечание                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|--------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                    |                                          |           |                    |                              |                              | найдено                                     | вычисл. |                                                                             |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \diagup \text{N} \diagdown \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \text{---} \text{CH}_2 \text{---} \text{CHCl} \text{---} \text{CH}_3 \\ \text{(Ia)} \end{array}$                          | CH <sub>2</sub> =CH—CH=CH <sub>2</sub>   | 95        | —                  | —                            | —                            | —                                           | —       | т. пл. тетрабромид 118°                                                     |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \diagup \text{N} \diagdown \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \text{---} \text{CH}_2 \text{---} \text{CCl} \text{=CH}_2 \\ \text{(IIa)} \end{array}$                                    | CH <sub>2</sub> =CH—CCl=CH <sub>2</sub>  | 90        | 56—58<br>680 м.м   | 0,9535                       | 1,4593                       | 39,51                                       | 40,1    |                                                                             |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \diagup \text{N} \diagdown \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \text{---} \text{CH}_2 \text{---} \text{CCl} \text{=CHCl} \\ \text{(IIIa)} \end{array}$                                   | CH <sub>2</sub> =CH—C≡CCl                | 46        | 52—53<br>680 м.м   | 1,0022                       | 1,4656                       | 39,0                                        | 41,04   | ( <sup>0</sup> ) с раствором Илловская дает желтый осадок ( <sup>10</sup> ) |
|                                                                                                                                                                                                                    | CH <sub>2</sub> =CH—CCl=CHCl             | 41,6      | 101—102<br>680 м.м | 1,1803                       | 1,5009                       | 57,22                                       | 57,72   | ( <sup>11</sup> )                                                           |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \diagup \text{N} \diagdown \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \text{---} \text{CH}_2 \text{---} \text{CCl}_2 \text{---} \text{CHCl} \text{---} \text{CH}_3 \\ \text{(IVa)} \end{array}$ | CH <sub>2</sub> =CCl—CCl=CH <sub>2</sub> | 54,2      | 90—93<br>680 м.м   | 1,1870                       | 1,4899                       | 57,01                                       | 57,72   | ( <sup>12</sup> ) исключительно ле. ко полимеризуется                       |
|                                                                                                                                                                                                                    | CH <sub>3</sub> —CH=CH—C(=O)OH           | 31,3      | т. пл. 70          | —                            | —                            | [ <sup>0</sup> /о Ag в соли<br>55,74 55,62] |         | Образуется также и жидкий изомер                                            |
|                                                                                                                                                                                                                    | HC≡C—C≡CH                                | небольшой | —                  | —                            | —                            | —                                           | —       | т. пл. гексабромид 181° ( <sup>14</sup> )                                   |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \diagup \text{N} \diagdown \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \text{---} \text{CH}_2 \text{---} \text{CCl}_2 \text{---} \text{CH}_2 \text{Cl} \\ \text{(Va)} \end{array}$               | CH <sub>2</sub> =CH—CCl=CHCl             | 69,1      | 105—106<br>680 м.м | —                            | —                            | —                                           | —       |                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                    | HC≡C—C≡CH                                | небольшой | —                  | —                            | —                            | —                                           | —       | т. пл. гексабромид 181°                                                     |
| $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \diagup \text{N} \diagdown \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \text{---} \text{CH}_2 \text{---} \text{CCl}_2 \text{---} \text{CHCl}_2 \\ \text{(VIa)} \end{array}$                      | CH <sub>2</sub> =CH—CCl=CH <sub>2</sub>  | 70        | 45<br>15 м.м       | 1,4546                       | 1,5402                       | 67,72                                       | 67,61   | Выделено также небольшое количество полимерного вещества, содерж. 32,46% Cl |

Реакция соли (IIa) с водной щелочью представляет обычное Гофмановское расщепление четвертичных аммониевых оснований с образованием непредельного соединения



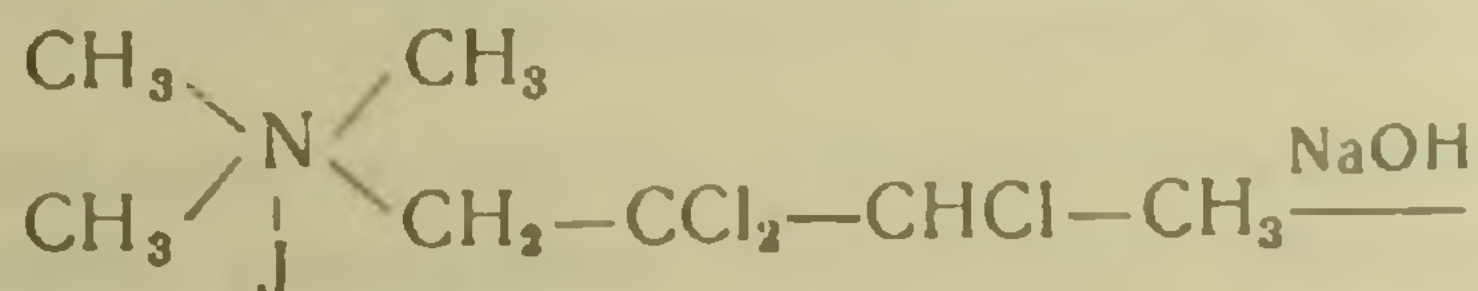
Взаимодействие соли (IIIa) с водной щелочью

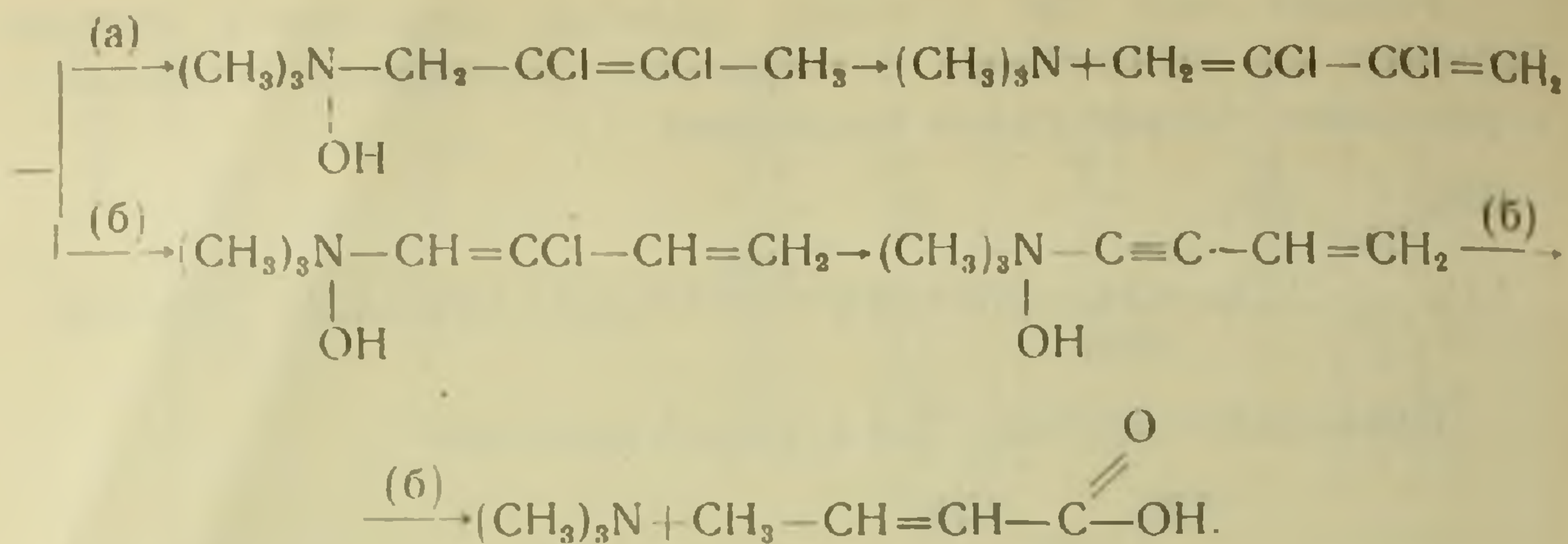


напоминает реакцию расщепления 3-хлорбутен-2-ильный радикал содержащих аммониевых солей, приводящую к образованию как продукта просто расщепления (хлоропрен), так и дегидрохлорирования — расщепления (винилацетилен) <sup>(1)</sup>.

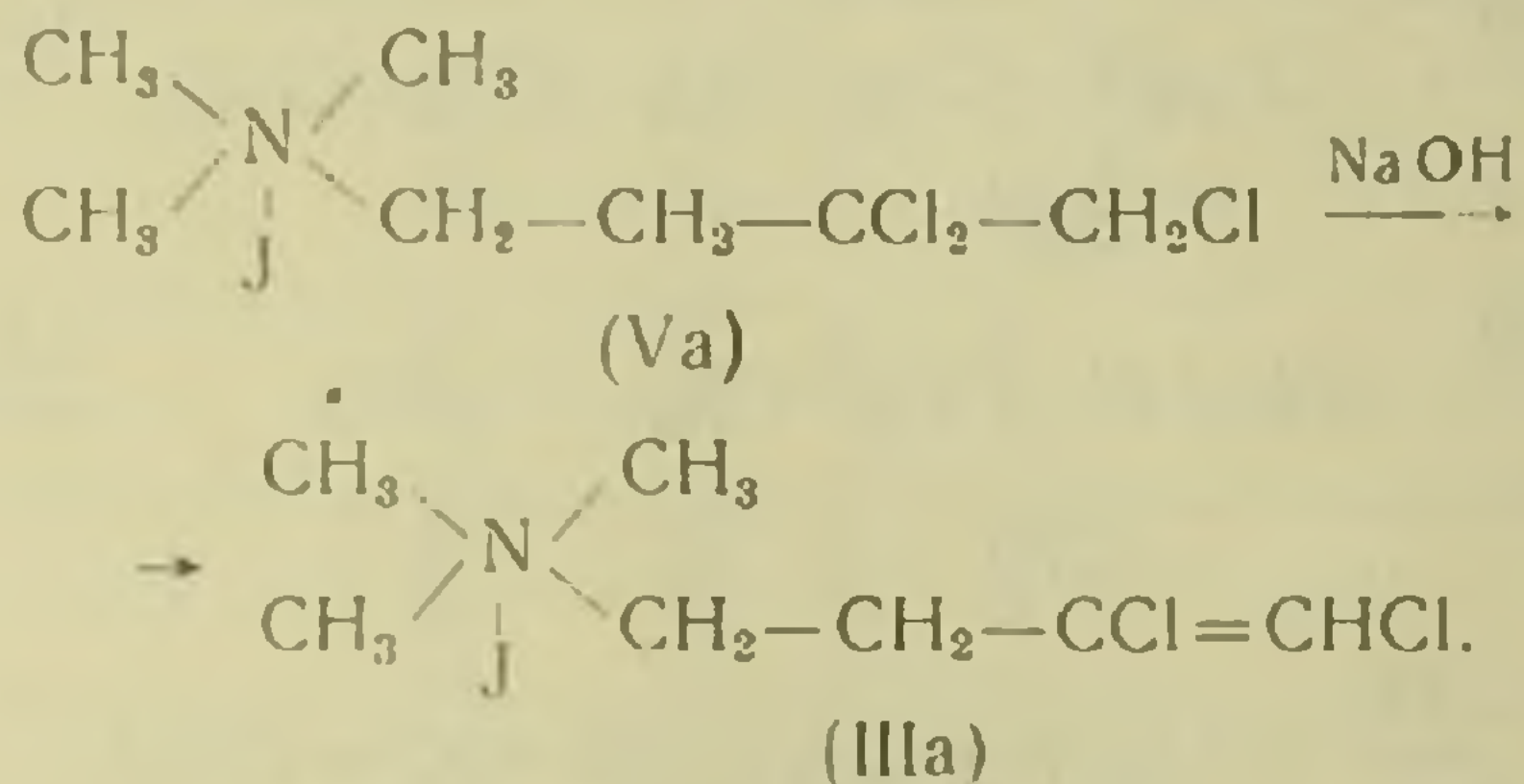
Продукты расщепления соли (IIIa): 1,2-дихлорбутадиен-1,3 и ви-нилацетиленилхлорид идентифицированы физическими константами и анализом на хлор. Винилацетиленилхлорид с раствором Илосвая давал желтый осадок <sup>(10)</sup>.

Расщепление (IVa) приводит к образованию 2,3-дихлорбутадиена-1,3, кротоновой кислоты и диацетилен. Первые два соединения являются основными продуктами реакции. Диацетилен же был получен лишь в ничтожных количествах. Идентифицирован был через гексабромид, который плавился при 181° и в смеси с гексабромидом диацетилен не давал депрессии температуры плавления. Судя по продуктам расщепления реакция в основном протекает согласно схеме:





При взаимодействии (Va) с водной щелочью можно было ожидать результатов, сходных с результатами расщепления (IIIa)



Однако в результате расщепления единственным основным продуктом оказался 1,2-дихлорбутадиен-1,3.

Отсутствие винилацетиленхлорида в продуктах реакции (Va) указывает на то, что образование 1,2-дихлорбутадиена-1,3 протекает не через промежуточную стадию образования (IIIa).

Не исключена возможность, что в данном случае реакция дегидрохлорирования не предшествует расщеплению, а происходит одновременно или следует за ним.

При расщеплении соли (VIa) наряду с 1, 1,2-трихлорбутадиеном-1,3 образуется также продукт более глубокого дегидрохлорирования, природа которого нами еще не установлена.

**В ы в о д ы.** Показано, что гидрохлорирование однозамещенного диалкиламиноацетилена происходит в согласии с правилом Марковникова.

Гидрохлорирование двузамещенного диалкиламиноацетилена под влиянием аммониевой группы приводит к соединению с хлором у более отдаленного от азота углеродного атома.

Синтезирован ряд галоидалкил содержащих аминов, описываемых впервые.

На новых примерах показана общность реакции дегидрохлорирования—расщепления галоидалкил содержащих четвертичных аммониевых солей водной щелочью.

**Հալոիդալկիլ պարունակող չորրորդային ամոնիում աղերի  
ճեղքումը ջրային հիմքով**

Նախորդ հոդվածներում ցույց էինք տվել, որ հալոիդալկիլ պարունակող չորրորդային ամոնիում աղերը ջրային հիմքի ազդեցության տակ հեշտությամբ ենթարկվում են դեհիդրոհալոիդացման-ճեղքման ռեակցիայի՝ առաջացնելով զուգորդված կրկնակի կապեր ունեցող չհաղեցած միացություններ:

Իր պարզության և հեշտ իրադրության շնորհիվ այս ռեակցիան տեսական հետաքրքրության հետ միասին ունի նաև մեծ գործնական հետաքրքրություն:

Ներկա հոդվածը նվիրված է 1-դիմեթիլամինո-3-բորբուտանի (I), -3-բորբուտեն-3-ի (II), -3,4-դիբորբուտեն-3-ի (III), -2, 2,3-տրիբորբուտանի (IV), -3, 3,4-տրիբորբուտանի (V), -3,3,4,4-տետրաբորբուտանի (VI) ստացմանը և նրանց յոգմեթիլատների ճեղքմանը ջրային հիմքով:

Ամինների ստացումը կատարվել է դիմեթիլամինոբուտեն-2-ից, համաձայն բերված խեմայի: Նշված չհաղեցած ամինների աղաթթվային աղերի բլորացումը ընթանում է միանգամայն հարթ: Արդյունքները բերված են № 1 աղյուսակում, (1—6): Հիդրոբլորացումը կատարվել է հալված բլորաջրածնական աղի միջով բլորաջրածին անցկացնելով: Ամինոացետիլենային միացությունների հիդրոբլորացման մասին տվյալներ դրականության մեջ մենք չգտանք: Սակայն, ամինոացետիլենային միացությունների հիդրատացիային վերաբերվող տվյալները հիմք տվեցին մեզ ենթադրելու, որ 1-դիմեթիլամինո-բուտեն-3-ի հիդրոբլորացումը կկատարվի Մարկովնիկովի օրենքի համաձայն, իսկ 1-դիմեթիլամինոբուտեն-2-ի դեպքում կստացվի 1-դիմեթիլամինո-3-բորբուտեն-2: Փորձերը լիովին հաստատեցին ենթադրությունները: Հիդրոբլորացման արդյունքները բերված են 1 աղյուսակում (7—9):

Յոգմեթիլատների ճեղքումը կատարվել է ջրային բաղնիքի վրա տաքացվող չորրորդային աղին ջրային հիմք ավելացնելով: Միայն (Ia) աղի ճեղքման համար պահանջվեց ավելի ուժեղ (115—120°) տաքացում: Ընդամենը արդյունքները բերված են № 2 աղյուսակում: Ինչպես երևում է աղյուսակից (Ia) և (IIa) աղերի ճեղքման ժամանակ ստացվում է ազոտ չպարունակող միայն մեկ պրոդուկտ, մնացած աղերի ճեղքումից ստացվում են ազոտ չպարունակող երկու կամ երեք պրոդուկտներ:

(Ia) աղի դեհիդրոբլորացման-ճեղքման ռեակցիան կարող է ընթանալ երկու ուղղությամբ: Հաշվի առնելով չորրորդային ամոնիում միացություններում β-ջրածնի շարժունակությունը կարելի է ենթադրել, որ բուտադիենի ստացումը կատարվում է տրիմեթիլ-բուտեն-2-իլ-ամոնիում հիդրօքսիդի միջոցով:

Յոգմեթիլատ (IIa)-ի փոխադեցությունը ջրային հիմքի հետ իրենից ներկայացնում է չորրորդային ամոնիում հիմքերի սովորական ճեղքում բաց չոֆմանի: Ջրային հիմքի փոխադեցությունից ստացվում են 1,2-դիբորբուտադիեն-1,3 և վինիլացետիլենիլբլորիդ, այսինքն՝ կատարվում է դեհիդրոբլորացում-ճեղքում և ուղղակի ճեղքում առանց դեհիդրոբլորացման:

(Va)-աղի և ջրային հիմքի փոխադեցությունից առաջացած միակ հիմնական պրոդուկտը 1,2-դիբորբուտադիեն-1,3 է հանդիսանում: Ռեակցիոն պրոդուկտներում վինիլացետիլենիլբլորիդի բացակայությունը վկայում է այն մասին, որ ռեակցիայի ընթացքում (IIIa) աղի՝ որպես միջանկյալ պրոդուկտի առաջացում, տեղի չի ունենում:

(VIa) աղի ճեղքման հետևանքով 1,1,2-տրիբորբուտադիեն-1,3-ի հետ մեկտեղ ստացվում է նաև ավելի խորը դեհիդրոբլորացման պրոդուկտ, որի կառուցվածքը չի պարզված:

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

- <sup>1</sup> А. Т. Бабаян, Н. Г. Вартанян и И. Я. Зурабов, ЖОХ, XXV, 1610 (1955).
- <sup>2</sup> А. Т. Бабаян, Г. М. Мкрян, Ш. А. Мнджоян, ЖОХ, XXVII, 604 (1957); А. Т. Бабаян, А. А. Григорян и А. Н. Григорян, ЖОХ, XXVII; 1827 (1957). <sup>3</sup> А. Т. Бабаян, И. Е. Мозгов, А. А. Григорян и М. Г. Кашкин, ДАН АрмССР, т. XXVI, 2 (1958).
- <sup>4</sup> Г. Мерлинг, Апп. 264, 316 (1891). М. С. Караш и Фуш, J. org. chem., 9, 359 (1944).
- <sup>5</sup> Д. Роз, В. С. Л. Уидон, J. Chem. Soc., 782 (1949). <sup>6</sup> А. Т. Бабаян, А. Г. Терзян, Изв. АН АрмССР, серия физ.-мат. и естеств. наук, III, 8, 689 (1950). М. Кюлк, Bull. Soc. chim. France, № 1 (1954). <sup>7</sup> А. Т. Бабаян и А. Г. Терзян, ДАН АрмССР, т. IX, 3, 105 (1948).
- <sup>8</sup> К. Манних и Е. Марготт, Ber. 68B, 273 (1935). <sup>9</sup> Р. А. Джейкобсон, В. Г. Каротерс, J. Am. chem. Soc., 55, 4667 (1933).
- <sup>10</sup> А. Л. Клебанский, А. С. Волькенштейн и А. Р. Орлова, ЖОХ, 5, 1255 (1935).
- <sup>11</sup> А. Л. Клебанский, Л. Г. Цюрих, И. М. Долгопольский, Изв. АН СССР, ОХН 2, 189 (1935).
- <sup>12</sup> Г. И. Берчет, В. Г. Каротерс, J. Am. chem. Soc., 55, 2004 (1933).

## БИОХИМИЯ

В. Н. Кюркчян и Б. А. Шахбазян

## О составе свободных аминокислот в рассольных сырах

(Представлено М. А. Тер-Карапетяном 2. IX. 1957)

Биохимический процесс созревания рассольных сыров протекает в жидкой среде (рассол). В отличие от воздушной, рассольная среда входит во взаимодействие с сыром, вымывая из него ценные продукты распада белковых веществ и зольных элементов. Изменение азотистых соединений за период созревания и в рассольных сырах происходит в сторону нарастания азотистых соединений, переходящих в растворимую форму и меньше в направлении более глубокого их распада (до аминокислот и дезаминирования).

Количество воднорастворимого азота в зрелых сырах колеблется от 23 до 31% (от общего азота). Количество азотистых соединений в фильтрате от трихлоруксусной кислоты (небелковый азот) находится в пределах 11—15%. Азотистые соединения в фильтрате после осаждения вольфрамом натрия (остаточный азот) составляет от 6 до 13%, а аммиачный 1—1,2<sup>(1,2)</sup>. Одновременное изучение азотистых соединений в сыре и в рассоле показало, что в рассол переходит от 10 до 15% растворимых азотистых соединений сыра<sup>(1)</sup>.

В брынзе содержание растворимого азота колеблется в пределах 14—18%, а небелкового 9—13%<sup>(3,4)</sup>.

До последнего времени исследования сыров ограничивались, в основном, определениями вышеуказанных форм азотистых соединений, тогда как биохимический процесс созревания их характеризуется и накоплением свободных аминокислот. Как уже установлено многими исследователями, состав свободных аминокислот играет большую роль в создании специфического вкуса и аромата сыров<sup>(5-7)</sup>.

В связи с разработкой метода хроматографии распределения на бумаге, стало возможным развертывание более полного изучения аминокислотного состава сыров. Этот состав рядом исследователей уже изучен у многих твердых и мягких сыров стеллажного типа<sup>(8-12)</sup>.

Объектом наших исследований служили зрелые рассольные сыры чанах и брынза. Последняя была местной выработки без выраженного

кисло-молочного вкуса. Выделение свободных аминокислот производилось методом Буланже и Бизерт по описанию А. И. Чеботарева (8), с внесением некоторых изменений для нашего объекта исследования.

Пробы сыра предварительно высушивались в термостате при 50°, затем обезжиривались в аппарате Сокслета. Навеска бралась 10 г, так как при меньших количествах сырного порошка экстракт получался недостаточно концентрированным для идентификации аминокислот. Экстракция аминокислот производилась четырехкратно подкисленным ацетоном с дальнейшей фильтрацией и выпариванием последнего. Сухой остаток заливался 20—15 мл эфира и после удаления его растворялся в 0,1 мл воды. Хроматографирование производилось двумя способами: одномерной нисходящей с применением в качестве растворителя смеси *n*-бутанол-уксусная кислота—вода в соотношении 4:1:5 и двухмерной восходящей с применением в качестве второго растворителя — 1) водонасыщенного фенола, 2) этанола-метанола-воды в соотношении 45:45:10 по объему + 0,5% (вес/объем) мочевины (13) и 3) этанола 80% (8).

При одномерном хроматографировании для лучшего разделения аминокислот растворитель пропускаться через бумагу два раза. Проявлялись хроматограммы 0,1% раствором нингидрина в водонасыщенном *n*-бутаноле. Идентификация аминокислот производилась путем применения свидетелей.

По сыру чанах на одномерных хроматограммах обнаруживалось шесть пятен (рис. 1). Пятна с большим  $R_f$  были темнее, что указывает на сравнительно большее содержание этих аминокислот в сыре. Первое пятно с наименьшим значением  $R_f$  соответствовало свидетелям серину и глицину, второе — аланину, третье — тирозину. Четвертое пятно по своему расположению соответствовало метионину и валину. Пятое было фиолетового цвета, шестое — красного. Пятое пятно по цвету и расположению соответствовало свидетелю фенил-аланину, а шестое по тем же признакам — группе лейцинов.

Уточнением на двухмерных хроматограммах полученное первое пятно в феноле свидетельствовало о наличии только глицина, а второе в том же растворителе соответствовало — аланину. В этанол-метанол-мочевине третье пятно оказалось действительно тирозином, а четвертое не разделялось и совпадало только со свидетелем метионином (рис. 2). В 80-процентном этаноле пятое и шестое пятна полностью отделялись друг от друга и идентифицированы нами как фенил-аланин и лейцин (рис. 3)\*.

По брынзе на одномерных хроматограммах получалась почти аналогичная картина с сыром чанах (рис. 1). Первое пятно и здесь соответствовало серину и глицину, второе — аланину. Следующее пятно.

---

\* Ввиду схожести хроматограмм приведен один снимок, изображающий картину брынзы.

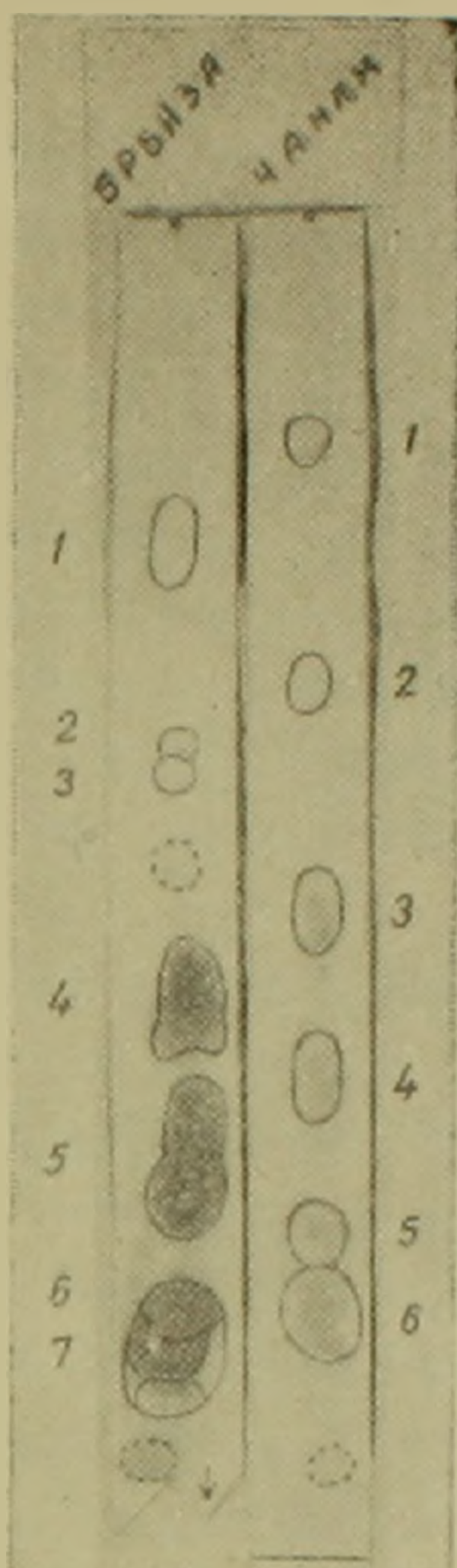


Рис. 1.

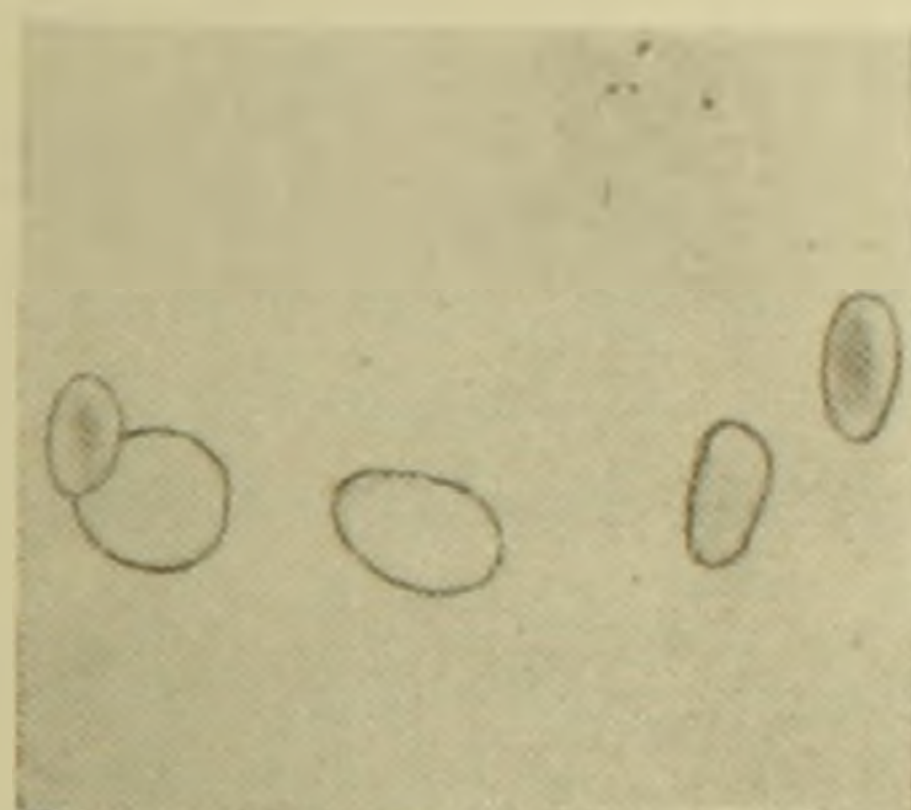


Рис. 2.



Рис. 3.

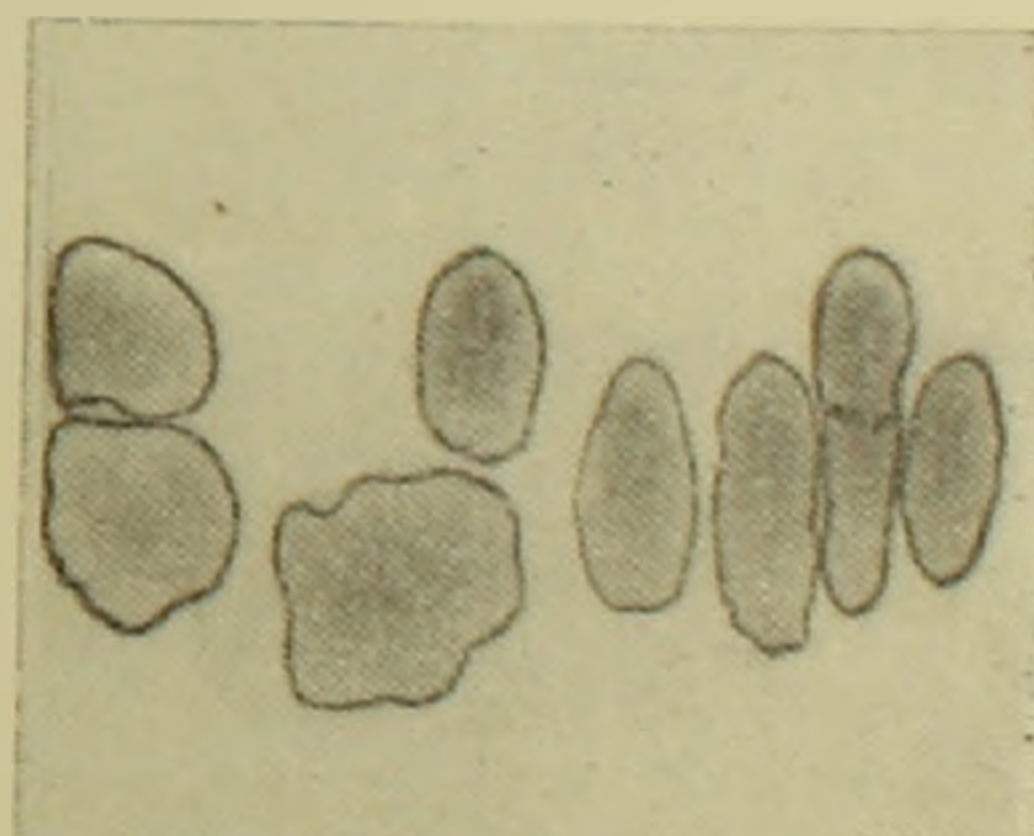


Рис. 4.

светло-оранжевого цвета, плотную прилегающее к аланину, совпадало со свидетелем пролином. Остальные пятна оказались также темнее первых трех пятен, следовательно и в брынзе этих аминокислот содержится больше. Четвертое пятно соответствовало тирозину, а пятое — также двум аминокислотам: валину и метионину. Последние два пятна, шестое фиолетового и седьмое красного цвета соответствовали фенил-аланину и группе лейцинов.

На двухмерной хроматограмме в феноле, первое и второе пятна идентифицированы также, как в сыре чанах. Третье пятно не всегда удавалось идентифицировать. В этанол-метанол-мочевине подтвердилось, что четвертое пятно было тирозином, а пятое — разделялось на два пятна, которые совпадали со свидетелями метионином и валином (рис. 4). Шестое и седьмое пятна в 80-процентном этаноле, аналогично сыру чанах, полностью отделялись друг от друга, не вызывая сомнения, что одно пятно это фенил-аланин, а другое — группа лейцинов (рис. 3).

Вышеизложенные данные приводят нас к следующим выводам.

1) В исследованных сырах обнаружены: глицин, аланин, тирозин, метионин, фенил-аланин и лейцин. Кроме перечисленных свободных аминокислот в брынзе найдены валин и пролин. Наличие последнего требует дополнительного уточнения.

2) Свободных аминокислот в рассольных сырах по численности обнаружено меньше, чем то указано в литературе для стеллажного типа сыров.

3) Свободные аминокислоты, по-видимому, входят в состав остаточного азота. Низкое содержание последнего в рассольных сырах указывает на небольшое количество свободных аминокислот в этих сырах.

4) Получение истинной картины аминокислотного состава рассольных сыров, очевидно, требует параллельного исследования в процессе созревания и хранения не только сыра, но и рассола.

В освоении метода хроматографического исследования нам оказана помощь академиком М. А. Тер-Карапетяном, за что выражаем ему благодарность.

Армянский научно-исследовательский  
институт животноводства и ветеринарии  
МСХ Армянской ССР

Վ. Ն. ՔՅՈՒՐՔՅԱՆ ԵՎ Բ Ա. ՇԱՀԲԱԶՅԱՆ

#### Ազատ ամինոթթուների բաղադրությունն աղաջրային պանիրներում

Մինչև վերջին ժամանակներս աղաջրային պանիրների հասունացման բիոքիմիական պրոցեսի ուսումնասիրումը սահմանափակված էր ազոտային միացությունների առանձին խմբերի որոշմամբ:

Այժմ թղթի վրա բաժանման խրոմատոգրաֆիկ մեթոդը ճանաչողությունն է ստեղծում ծավալելու ավելի խոր ուսումնասիրությունն պանիրների ամինոթթուների նկատմամբ:

Այս աշխատանքում բերվում են չանախ և բրինձա պանիրների ազատ ամինոթթու-  
ների բաղադրության տվյալները, որոնք ստացվել են թղթի վրա խրոմատոգրաֆիկ մե-  
թոդի կիրառմամբ:

Աշխատանքի արդյունքները, որոնք բերվում են № 1, 2, 3, 4, նկարներում թույլ  
են տալիս հանդելու հետևյալ եզրակացություններին՝

1. Ուսումնասիրված պանիրներում հայտնաբերված են՝ գլիցին, ալանին, տիրոզին,  
մետիոնին, ֆենիլ-ալանին և լևցին: Բացի թվարկած ազատ ամինոթթուներից, բրին-  
ձայի մեջ հայտնաբերված է նաև վալին և սերոլին: Վերջինիս ներկայութունը պահան-  
ջում է լրացուցիչ ուսումնասիրում:

2. Հետազոտված պանիրներում հայտնաբերված ամինոթթուները թվով ավելի քիչ  
են, քան թե այդ նշված է դրականությամբ մեջ թարեքային (ոչ աղաջրային) պանիրների  
նկատմամբ:

3. Ազատ ամինոթթուները բոտ երևույթին մտնում են մնացորդային ազոտի բաղա-  
դրության մեջ: Վերջինիս դածր պարունակություներ աղաջրային պանիրներում ցույց է  
տալիս ազատ ամինոթթուների ոչ բարձր քանակը այդ պանիրներում:

4. Աղաջրային պանիրների ազատ ամինոթթուների բաղադրության իրական պատ-  
կերը կազմելու համար անհրաժեշտ է ուսումնասիրել հասունացման և պահպանման պրո-  
ցեսում պանրին դուրընթաց նաև աղաջուրը:

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

- <sup>1</sup> В. Н. Кюркчян, Б. А. Шахбазян, А. Т. Магакян, Труды Ин-та животноводства МСХ АрмССР, 3, 187 (1950). <sup>2</sup> П. А. Кометиани, Т. Э. Цуладзе, А. Билисейшвили, Сборник трудов Гос. зоовет. ин-та НКЗ ГрузССР, т. III, 3 (1941). <sup>3</sup> В. Н. Кюркчян, Б. А. Шахбазян, А. Т. Магакян, Труды Ин-та животноводства МСХ АрмССР, т. V, 129 (1955). <sup>4</sup> В. Н. Кюркчян, Б. А. Шахбазян, Известия АН АрмССР, серия биол. и сельхоз. наук, т. VIII, 4, 55 (1955). <sup>5</sup> А. И. Виртанен, М. С. Креула, В. Т. Нурмикко, Материалы XII международного конгресса работников молочного дела, 93, М. (1951). <sup>6</sup> В. Ж. Харпер, А. М. Свансон, Матер. XII междунар. конгр. работ мол. дела, 95. <sup>7</sup> Т. Сторгардс, М. Хиетаранта, Матер. XII междунар. конгр. работ. мол. дела, 99. <sup>8</sup> А. И. Чеботарев, Труды Вологодского молочного ин-та, XIII, 215 (1955). <sup>9</sup> Ф. В. Косиковский, J. Dairy, Science, 3 (1951). <sup>10</sup> Долежалек, Průmysl potravin, Prag, 7, 175 (1956). <sup>11</sup> Де-Паолис, Mondo latte, 9, 10, 660, (1955). <sup>12</sup> Ягер, Milchwiss, 5, 2, 93 (1955). <sup>13</sup> Р. Блок, Р. Лестранж, Г. Цвейг, Хроматография на бумаге, М. (1954).

ГЕОЛОГИЯ

И. Г. Магакьян, академик АН Армянской ССР

Металлогеническая карта мира\*

(Представлено 26. I. 1958)

*Принципы и методика составления.* Начиная с 1957 года, в Ленинградском горном институте введен факультативный курс „Основы металлогении“, в связи с чем автору, читающему этот курс, пришлось проработать обширный материал по металлогении территории СССР и зарубежных стран. Эти материалы были использованы при составлении в учебных целях металлогенической карты мира масшт. 1 : 22 000 000 и макета этой же карты (рис. 1).

Естественно, в процессе оформления карт возникла необходимость решения ряда принципиальных и методических вопросов. Поскольку опыт составления металлогенических карт ограничен, а макет, представленный нами, как выясняется, является первым графическим обобщением металлогении мира, несомненно принципы и методы его составления должны представить определенный интерес.

Основная задача металлогенической карты мира состоит в отражении общего характера минерализации и закономерностей распределения металлических полезных ископаемых различных генетических типов в связи с геологическим строением крупных регионов. В зависимости от масштаба карты могут быть даны дополнительные детали, но даже для самых мелкомасштабных карт необходимым условием остается четкое, удобочитаемое выявление специфики металлогении главнейших структур земной коры.

Исходя из этого основного принципа, металлогеническая карта мира составлена на тектонической основе, с выделением важнейших структурных элементов—щитов-платформ и подвижных складчатых зон. В пределах щитов выделены участки, где обнажаются породы докембрийского фундамента и участки (платформы), перекрытые более молодыми осадочными толщами, покровами эффузивов или льдом. Для подвижных складчатых зон выделены области проявления кале-

---

\* Сокращенный текст доклада, прочитанного 17.1.58 г. в' Москве на Всесоюзном совещании по принципам и методам составления металлогенических карт.

Рис. 1. Металлогеническая карта мира (схема)

Составил И. Г. Магакьян

Оформил К. Г. Шахмурадов

Тектоническая основа по материалам А. Д. Архангельского, В. В. Белоусова, Ю. А. Косыгина, А. Н. Мазаровича, Н. С. Шатского.

Тектонические структуры

- I. Докембрийский фундамент щитов и платформ.
- II. Участки щитов и платформ, с докембрием, перекрытым более молодыми осадочными толщами, покровами эффузивов или льдом.
- III. Области проявления каледонской складчатости, разломов, магматизма и оруденения.
- IV. Области проявления герцинской складчатости, разломов, магматизма и оруденения.
- V. Области проявления киммерийской складчатости, разломов, магматизма и оруденения.
- VI. Области проявления альпийской складчатости, разломов, магматизма и оруденения.
- VII. Области герцинской, частью каледонской складчатости, покрытые мощными четвертичными наносами.

Важнейшие типы месторождений

А. Собственно-магматические месторождения

1. Хромита
2. Платины Уральского типа
3. Титаномагнетитовых руд
4. Апатит-магнетитовых и апатитовых руд
5. Медно-никелевых сульфидных руд

Б. Пегматитовые месторождения

6. Пегматиты с мусковитом, флогопитом и редкими металлами (Ta, Nb, Be, Li, U, Th и др.).

В. Скарновые (контактово-метасоматические) месторождения

7. Железорудные скарны
8. Редкометалльные (W—Mo) скарны

Г. Гидротермальные месторождения

9. Кварц—Sn—W—Mo и сульфидно—Sn (отдельные месторождения и пояса)
10. Медно-молибденовый и молибденовый (отдельные месторождения и пояса)
11. Полиметаллический
12. Сурьмяно-ртутный
13. Урановые (Co—Cu—U, Co—Ni—Bi—Ag—U, Cu—U, U—гематитовый, U—полимет. и др. типы).
14. Колчеданный медный и полиметаллический (отдельные месторождения и пояса)
15. Кварцево-золоторудный и золото-сульфидный
16. Золото-серебряный (отдельные месторождения и пояса)
17. Медистые песчаники типа Катанги—Джезказгана (телетермальные или осадочные ?)

Д. Осадочные месторождения

18. Железа
19. Марганца
20. Алюминия (боксит)

Е. Метаморфогенные месторождения

21. Железа
22. Марганца
23. Золотоносных и ураноносных конгломератов

Ж. Месторождения выветривания

24. Железистые латериты
25. Глиноземистые латериты
26. Силикатные руды никеля

3. 27. Месторождения алмаза (коренные и россыпи).



донской, герцинской, киммерийской и альпийской складчатости, разломов, магматизма и оруденения. Наложение на древние структуры относительно более молодых показано соответствующей накладкой штрихов (или цвета). Главнейшие месторождения металлических полезных ископаемых обозначены по формациям, под которыми понимаются минеральные ассоциации, возникшие в определенных геологических условиях. Из неметаллического сырья на нашем макете даются лишь месторождения алмаза и слюды, но на более детальных картах желательно отразить все виды неметаллического сырья эндогенного происхождения (асбест, барит, флюрит и др.).

Месторождения сгруппированы в общепринятые генетические типы: магматический, пегматитовый, скарновый, гидротермальный, осадочный, метаморфогенный, выветривания, которые обозначаются знаками различной формы.

Внутри генетических типов выделены главнейшие рудные формации (обозначаются цветом или небольшим усложнением формы знака), в которых, для мелкомасштабного макета, допущено объединение, укрупнение близких или сходных по составу или ведущим металлам формаций.

На карте показаны две категории месторождений—крупнейшие мирового значения и другие, промышленные. Районы с регионально вытянутым вдоль складчатых структур или разломов однотипным оруденением показаны соответственно как четко очерченные рудные пояса: Sn—W—Mo пояса Забайкалья, северо-востока СССР, юго-востока Азии и Боливии, колчеданные пояса Урала, Балкан, медно-молибденовые пояса западных штатов США и Чили, золото-серебряные пояса Мексики, Ю. Америки и др. В результате, даже на мелкомасштабной карте, хорошо выявляется взаимосвязь типов структур и металлогении и специфика металлогении крупных структур земной коры. В то же время карта и проработанный в связи с ее составлением материал позволяют обобщить основные черты металлогении щитов (платформ) и складчатых зон, уточнить роль отдельных факторов, контролирующих характер металлогении региона и поставить ряд новых вопросов, над разрешением которых надлежит еще много поработать.

*Основные черты металлогении щитов (платформ) и складчатых зон.* В развитии металлогении щитов следует выделить металлогению докембрийского периода формирования щита (металлогения докембрийских подвижных зон) и металлогению более позднего периода (каледонского до альпийского) в связи с разломами и внедрением магмы в пределах платформ.

Схема развития металлогении щитов (платформ) приведена ниже (табл. 1).

Следует подчеркнуть специфичность для щитов таких рудных формаций, как метаморфогенные месторождения Fe, Mn, Au, U и сульфидные Cu—Ni месторождения, а также резко преобладающее по сравнению со складчатыми зонами развитие редкометальных

пегматитов, месторождений урана, золота, алмазов, лопарита и карбонатитов (последние содержат ниобий и редкие земли). В связи с этим щиты (и платформы) дают более 60% мировой добычи железа, примерно 75% добычи золота и платины, 90% добычи урана, никеля, кобальта, почти всю мировую добычу тория, тантала и ниобия, бериллия, лития, титана, слюды, апатита, алмазов.

Таблица 1

| Осадочные и тектономагматические комплексы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Типы месторождений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Примеры рудных районов и месторождений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Эффузивно-осадочные метаморфизованные толщи архея и протерозоя</p> <p>Метаморфизованные конгломераты архея и протерозоя</p> <p>Вулканогенные толщи протерозоя</p> <p>Гранитоиды, внедрявшиеся в период консолидации щита, в несколько фаз (возраст архей-верхний протерозой)</p> <p>Основные и ультраосновные интрузии, частью вдоль разломов на платформах</p> <p>Щелочные (до ультраосновных разностей) и гранитоидные породы, частью вдоль разломов на платформах</p> | <p>Метаморфогенные м-ния Fe и Mn</p> <p>Метаморфогенные м-ния Au и U</p> <p>Колчеданные м-ния Cu, Pb—Zn и As</p> <p>а) Пегматиты редкометалльные, слюдоносные</p> <p>б) Скарновые м-ния Fe, Cu, W, Sn и др.</p> <p>в) Кварцевые золотоносные жилы</p> <p>г) Кварцевые жилы с Sn, W, Mo оруденением</p> <p>д) Урановые м-ния</p> <p>е) Телетермальные (?) Cu—Co м-ния</p> <p>а) Хромитовый</p> <p>б) Титаномагнетитовый</p> <p>в) Медно-никелевый (с Pt и Pd),</p> <p>г) Co—Ni—Ag жилы</p> <p>д) Cu—цеолитовый</p> <p>а) Магнетит-apatитовый и апатитовый</p> <p>б) Лопаритовый</p> <p>в) Карбонатитовый</p> <p>г) М-ния Pb и Zn, Au, Hg, U</p> <p>д) М-ния алмаза</p> | <p>Кривой Рог, КМА, Сингбум, В. Озеро, Итабира (Fe); Постмасбург, Нагпур, Нсута, Морро-да-Минас, (Mn).</p> <p>Витватерсранд, Блайнд-Ривер, Гана</p> <p>Парандово, Оутокумпо, Болиден, Флин-Флон, Шеррит—Гордон</p> <p>Фенно-Скандинавия, Алдан, Нигерия, СВ Бразилия, Канада, Индия, Зап. Австралия</p> <p>Арендаль (Fe), Франклин-Фёрнас (Zn), Джером (Cu), Иссно (W), Питкьяранта (Sn)</p> <p>Советский рудник, Колар, Хомстейк, Поркьюпайн, Морро-Вельо</p> <p>Кнабен, Матасваара (Mo), м-ния Нигерии, Бельг. Конго (Sn), Канады (W).</p> <p>Б. Медвежье озеро, Гуиннар, Эйс, Катанга, Рам-Джангл, Маунт—Айза</p> <p>Катанга, Сев. Родезия</p> <p>Бушвельд, Селукве</p> <p>Велимэки, Таберг, Лиганга, Адирондейк, Лак-Тно</p> <p>Мончегорск, Норильск, Сёдбери, Рустенбург</p> <p>Кобальт, Саус-Лоррэн</p> <p>Мичиган</p> <p>Кируна, Гелливара, Хибинны</p> <p>Ловозеро</p> <p>М-ния Фенно—Скандинавии, Африки, Сибирской платформы</p> <p>Мпанда, Тсумеб, Тристейт, ЮВ Миссури (Pb и Zn), Алдан, Аравия, Мадагаскар (Au), Никитовка (Hg), Юта и Колорадо (U).</p> <p>М-ния Якутской АССР, Африки, Индии.</p> |

Таким образом, для металлогении щитов и платформ типичны: Fe, Au, Pt и Pd, U, Ni, Co, Th, Ta, Nb, Be, Li, Ti, слюда, апатит, алмазы. Меньшее значение имеют Mn, Cr, Cu, Sn, W, Mo, Pb и Zn.

Существенно отличается от металлогении щитов минерализация складчатых зон, которая развивается в несколько последовательных стадий, характеризующихся своей спецификой металлогении и обособляющихся в пространстве.

Обычно в развитии металлогении складчатых зон выделяют четыре стадии.

1-я ранняя (и начальная) с широким развитием эффузивов и интрузий основных и ультраосновных пород частью доскладчатых, частью связанных с первыми складчатыми движениями. Характерные полезные ископаемые—колчеданные месторождения Cu, Pb и Zn, барита, магматические месторождения платины, хромита, титаномагнетита.

2-я средняя с внедрением умеренно-кислых гранитоидных пород, с которыми связаны скарновые месторождения Fe, Cu, Pb и Zn, Mo, W и обширная серия гидротермальных месторождений Au, Cu и Mo, Pb и Zn, Sb и Hg, отдельные месторождения Co и Ni, U.

3-я поздняя с внедрением кислых гранитов, с которыми связаны пегматитовые месторождения редких металлов и обширная серия гидротермальных месторождений Sn, W, Mo, Au, U, Pb и Zn, Sb, Hg.

4-я конечная, постскладчатая, с малыми интрузиями гранитоидов, внедрявшимися вдоль разломов; здесь характерна серия низкотемпературных месторождений Au и Ag, Sb и Hg, As (реальгара и аурипигмента), Sb и W, U.

Схема развития металлогении складчатых зон приведена ниже\* (табл. 2).

Примечательно, однако, что приведенное полное развитие складчатой зоны и ее металлогении практически выражено слабо. Начиная с герцинских зон, отчетливо выделяется два различных типа металлогенических провинций:

1) С резким преобладанием ранней и средней (местами также конечной) стадий развития и 2) с резким преобладанием поздней (редко также конечной) стадий развития.

К провинциям первого типа относятся:

палеозойские (герцинские, частью каледонские) провинции—Урал, Салаир, Алтай, часть Центр. и СВ Казахстана и Средней Азии, Кузнецкий Алатау, Тува, ЮЗ Китай, ЮВ Австралия, Норвегия.

киммерийские провинции—С. Кавказ и Закавказье, Балканы, частью Япония, Аляска, Брит. Колумбия, Зап. штаты США.

альпийские провинции—целиком альпийская Средиземноморская складчатая зона и почти целиком (без Чукотки, Сихотэ-Алиня,

\* Не помещены в таблице месторождения железных (сидеритовых), медных (борнит-халькопиритовых) и свинцово-цинковых руд, залегающие среди осадочных пород и имеющие, по мнению одних исследователей—телетермальный, по мнению других—осадочный генезис. Место таких месторождений типа Бакала (Fe), Джезказгана (Cu), Каратау (Pb и Zn) в общей схеме развития металлогении не ясно.

Таблица 2

| Тектоно-магматические комплексы                                                                                                                                                                                       | Типы месторождений                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Примеры рудных районов и месторождений                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>1. Ранняя стадия</p> <p>Вулканогенные толщи, субвулканические интрузии порфиров и альбитофиров</p> <p>Габбро-перидотиты (доскладчатый комплекс)<br/>Дуниты и перидотиты</p> <p>Габбро, пироксениты, анортозиты</p> | <p>Колчеданные м-ния меди и полиметаллических руд (часто с баритом)</p> <p>М-ния платины (с Os, Ir, Cr)</p> <p>М-ния хромита</p> <p>М-ния титаномагнетита и рутила</p>                                                                                                                                            | <p>В. склон Урала, Алтай, Гуэльва, Бесси, Боудвин, Алаверди, Бор, Козака</p> <p>Н. Тагил</p> <p>Сарана, Кемпирсай, Даг-Арди, м-ния Балкан, Японии</p> <p>Кусинское, Качканар, Оахака</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>2. Средняя стадия</p> <p>Умеренно-кислые гранитонды</p>                                                                                                                                                            | <p>а) Скарновые м-ния Fe, Cu, W (шеелита), Mo, Pb, и Zn</p> <p>б) Медные и медномолибденовые месторождения</p> <p>в) Полиметаллические месторождения</p> <p>г) Золото-сульфидные месторождения</p> <p>д) Сурьмяные и ртутные м-ния</p> <p>е) Урановые (Cu—U, Pb—Zn—U, Au—U и др.) м-ния</p> <p>ж) Co—Ni м-ния</p> | <p>г. г. Магнитная, Высокая, Благодать, Кустанайская гр. (Fe), Турьинские рудники (Cu), Зап. штаты США (W), Тырныауз (Mo), Кармазар (Pb и Zn).</p> <p>Коунрад, Каджаран, Бингём, Кляймакс</p> <p>Карагайлы, Аксоран, Сулливан, м-ния Мексики, Зап. штатов США, Балкан</p> <p>Степняк, Кузнецкий Алатау, Кочкарь, Березовское, Материнская жила, Бендиго.</p> <p>М-ния Испании, Италии, Балкан, Алжира, Зап. штатов США, Мексики</p> <p>Джилпин, Чиуауа</p> <p>Ховахсы, Скуттеруд и Снарум</p> |
| <p>3. Поздняя стадия</p> <p>Кислые, частью умеренно-кислые гранитонды</p>                                                                                                                                             | <p>а) Пегматиты редкометалльные</p> <p>б) Кварцевые жилы и грейзены с Sn, W, Mo оруженением</p> <p>в) Сульфидно-касситеритовые м-ния</p> <p>г) Золото-сульфидные м-ния</p> <p>д) Полиметаллические м-ния</p> <p>е) Сурьмяные и ртутные м-ния</p> <p>ж) Урановые м-ния</p>                                         | <p>Калба, Забайкалье, СВ СССР, ЮВ Азия</p> <p>Центр. Казахстан, Забайкалье, СВ СССР, ЮВ Азии</p> <p>СВ СССР, Боливия</p> <p>Дарасун, СВ СССР</p> <p>В. Забайкалье, Средняя Азия, ЮВ Азия</p> <p>Кадамжай, Хайдаркан, м-ния ЮВ Китая, Боливия</p> <p>Корнуолл, Гуарда, Рудные горы, Центр. массив Франции</p>                                                                                                                                                                                  |

| 1                                         | 2                                                                                                    | 3                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. Конечная стадия                        |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                  |
| Малые постскладчатые интрузии гранитоидов | а) Au—Ag и Ag м-ния<br>б) Sb—Hg м-ния<br>в) Sb—W и As (реальгар-аурипигментовые) м-ния<br>г) U м-ния | Балей, Белая гора, Карпаты, Зап. штаты США, Мексика, Индонезия, Чили, Перу<br>Тоскана, Кавказ, частью м-ния Зап. штатов США<br>Кавказ, Зап. штаты США, Перу.<br><br>Мэрисвейл, Ургерика, Крузиль |

Боливии и С. Аргентины) Тихоокеанская альпийская складчатая зона.

К провинциям второго типа относятся:

палеозойские (герцинские) провинции—часть Центр. Казахстана, Калба—Нарым, Зап. Европа, Монгольская Народная республика, СЗ Китай, Квинсленд, Аргентина.

киммерийские провинции—Забайкалье, СВ СССР, ЮВ Азии, частью Корея, слабо в Мексике и на Аляске.

альпийские провинции—Чукотка, Сихотэ-Алинь, Боливия, С. Аргентина.

Следует подчеркнуть, что между разновозрастными, но однотипными провинциями имеются элементы большего сходства, а между разновозрастными однотипными провинциями почти полная аналогия независимо от разделяющего их расстояния. В то же время между разновозрастными, но разнотипными, даже соседними провинциями, имеют место существенные различия в истории геологического развития и в характере металлогении. Так, например, как это не парадоксально, альпийская металлогения Камчатки и Корякского хребта резко отлична от металлогении соседней Чукотки (разнотипные провинции) и почти аналогична металлогении Армении, расположенной в противоположном конце Советского Союза.

Необходимо отметить еще один существенный момент.

В пределах альпийской Средиземноморской складчатой зоны полностью отсутствует металлогения „поздней“ стадии развития при интенсивном развитии всех остальных стадий, включая „конечную“. В пределах альпийской Тихоокеанской складчатой зоны также повсеместно интенсивно развиты все стадии развития, исключая „поздней“, которая проявилась локально лишь на небольших отрезках зоны (Чукотка, Сихотэ-Алинь, Боливия).

С другой стороны, в азиатской части киммерийской складчатой зоны Тихоокеанского пояса интенсивно проявилась только „поздняя“ стадия, в то время как в американском секторе этой же зоны „поздняя“ стадия практически отсутствует.

Из приведенных, может быть недостаточных пока, данных, вытекает ряд важных выводов:

во-первых очевидно, что развитие подвижной зоны может не пройти „поздней“ стадии и в этих случаях так называемая „средняя“

стадия (после которой следует „конечная“) будет в действительности поздней замыкающей геосинклиналь;

во-вторых, также очевидно, что ряд регионов, не проходя предварительно ранней и средней стадий развития, непосредственно фор-

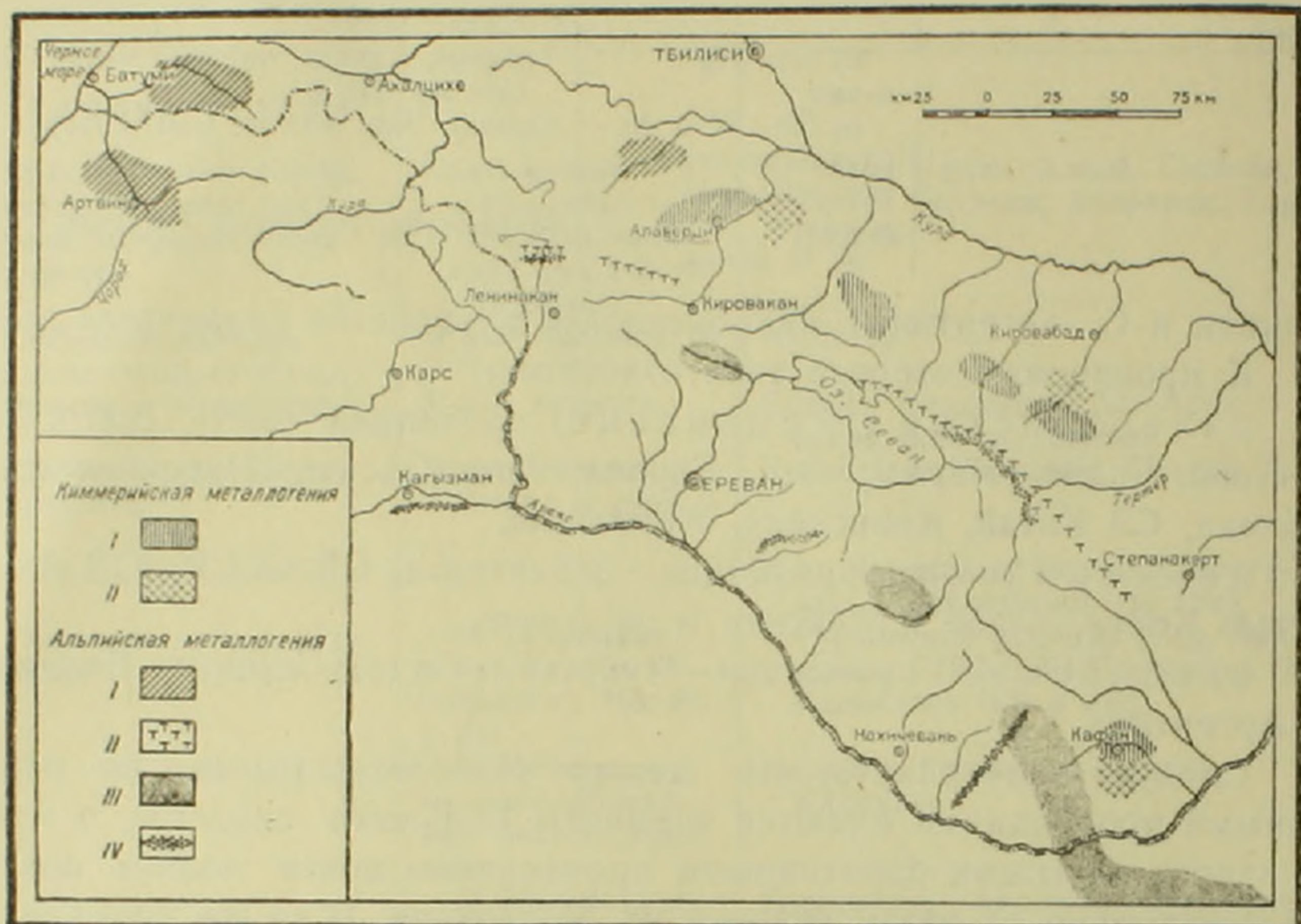


Рис. 2. Направление металлогенического развития—Малого Кавказа (схема).

#### Киммерийская металлогения

- I. Ранняя стадия ( $I_2$ ). Колчеданное медное и полиметаллическое оруденение, барит (Алавердский, Шамшадинский, Кедабекский, Чирагидзорский, Кафанский рудные районы).
- II. Средняя стадия ( $Cr_1$ ). Скарновое и гидротермальное оруденение Fe, Cu, Co, Pb и Zn (Кохбский, Дашкесанский, Шишкертский рудные районы).

#### Альпийская металлогения

- I. Ранняя стадия ( $Cr_2$ —Eoc). Колчеданное медное и полиметаллическое оруденение, барит (Болнисский, Аджарский, Артвинский рудные районы).
- II. Ранняя стадия ( $Cr_2$ —Eoc). Хромитовое оруденение Севано-Амасийского пояса.
- III. Средняя или поздняя? стадия (Olg—Mios). Медно-молибденовое оруденение Зангезура, Карадага, Дарзлагяза, Памбака—медно-молибденовый пояс.
- IV. Конечная стадия (Mios—Plios). Золото-ртутно-сурьмяно-мышьяковое оруденение Севано-Амасийского пояса, Дарридага, Веди, Кагызмана.

мируется в тектоническом и металлогеническом отношении в „позднюю“ стадию;

в-третьих, исходя из локального развития поздней стадии, можно предположить, что проявление ее имеет место в особых тектонических условиях, вероятно в зонах максимальных напряжений и прогибания, возникающих далеко не во всех регионах. Эти вопросы поднимаются нами в порядке постановки; окончательное их решение впереди.

*Факторы, контролирующие характер металлогении региона.* Теперь уместно поставить вопрос о том, что же определяет тип металлогении крупных регионов—возраст и состав магматических пород? Глубина эрозионного среза рудоносных батолитов? Состав осадочных пород и ассимиляция магмой рассеянных в них металлов? Приведенный выше материал позволяет ответить на все эти вопросы однозначно отрицательно и выдвинуть ряд факторов, в действительности предопределяющих характер металлогении региона.

Эти факторы по степени важности делятся нами на факторы первого порядка (должны учитываться на мелкомасштабных картах) и факторы второго порядка (дополнительно учитываются на крупномасштабных картах).

*Факторы первого порядка:* 1) положение региона в пределах крупных структур земной коры;

2) проявление определенных стадий развития (тектоно-магматических комплексов);

3) направление металлогенического развития с обособлением в пространстве или наложением стадий (иллюстрируется схемой на примере Малого Кавказа, рис. 2).

*Факторы второго порядка:* 1) глубинность интрузивных рудоносных комплексов (соответственно глубинность месторождений);

2) глубина эрозионного среза (только внутри стадии или рудоносного комплекса, то есть серии месторождений);

3) литолого-стратиграфические особенности рудовмещающих пород (типы месторождений);

4) возраст структуры и магматизма (в основном количественные отличия).

Очевидно, только знание и учет этих факторов, отображение их на металлогенических картах может вскрыть действительный характер металлогении и дать надежное направление прогнозированию и поискам. Надо иметь в виду, что указанные факторы в совокупности определяют (предопределяют) не только „валовый“ состав металлогении, но также типы месторождений, интенсивность и закономерности размещения минерализации крупных регионов.

### Սեփարի մետալոգենիկ քարտեզը

Սեփարի մետալոգենիկ քարտեզն առաջարկվում է կազմել տեկտոնական քարտեզի հիման վրա՝ հույս տալով հանքավայրերի կարևորագույն տիպերն ըստ ֆորմացիաների:

Հոգաժողովում բերվում է վահանների (սլաթաֆորմների) և ծալքավոր զոնաների մետալոգենիայի զարգացման սխեման, ընդ որում ծալքավոր զոնաների համար առանձնացվում են երկու տարբեր տիպի պրոֆիլներ՝

1) զարգացման վաղ և միջին ստադիաների ուժեղ արտահայտություններ.

2) զարգացման ուշ ստադիայի ուժեղ արտահայտություններ:

Առանձնացված են ուղիղի մետալոգենիայի բնույթը հսկող (կանխորոշող) գործոնները:

Առաջին կարգի գործոններն են՝ ուղիղի դիրքը խոշոր ստրուկտուրաների սահմաններում, զարգացման որոշակի ստադիաների հայտնաբերումը, ստադիաների զարգացման ուղղությունը տարածության մեջ նրանց մեկուսացումով կամ վերադրումով:

Երկրորդ կարգի գործոններն են՝ հանքաքեր ինտրուզիվ կոմպլեքսների խորքայնությունը, էրոզիոն կտրվածքի խորությունը, ներփակող ապսիտների լիթոլոգո-ստրատիգրաֆիական առանձնահատկությունները և ստրուկտուրաների հասակը:

Առաջարկվում է հաշվի առնել այդ գործոնները և արտացոլել մետալոգենիկ քարտեզների վրա:

МИНЕРАЛОГИЯ

Э. А. Хачатурян

Алтаит и петцит в рудах Кафанского месторождения

(Представлено И. Г. Магакьяном 17. XII. 1957)

Кафанское медноколчеданное месторождение расположено в одноименном административном районе Армянской ССР, близ г. Кафан

В районе месторождения широко развита юрская эффузивно-осадочная толща, представленная различными порфиритами, их туфами и туфобрекчиями. Вся эта мощная толща прорвана субвулканическими интрузиями кварцевых порфиров и альбитофиров. Вмещающими оруденение породами являются кварцевые и кварцплагиоклазовые порфириты среднеюрского возраста. Морфологически оруденение представлено серией меднорудных жил и штокверковыми зонами, которые пространственно тяготеют к кварцевым порфирам и альбитофирам и тесно связаны с ними единством глубинного магматического очага.

Геологическое строение месторождения, минералогический и вещественный состав руд довольно детально изучены и описаны многими исследователями. В большинстве работ, посвященных описанию минералогии руд Кафанского месторождения, подчеркивается весьма сложный их минералогический состав.

В рудах Кафана наиболее распространенными рудными минералами являются пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, теннантит, наряду с которыми встречаются гипогенные халькозин, борнит, ковеллин, а также энаргит, самородное золото и другие. Однако, кроме сульфидов, сульфосолей и самородных элементов, в этих рудах установлены теллуриды свинца и серебра, о которых в литературе приводятся весьма скудные данные. Сведения о наличии мелких и редких зерен алтаита и теллурида серебра в Кафанских рудах мы находим у И. С. Волынского <sup>(1)</sup>. В отношении теллурида серебра он отмечает, что „кроме известных из литературы находок гессита и петцита в рудах СССР, один из них (точнее не определен) установлен автором в небольших количествах в медных рудах месторождения Зангезур (в парагенезисе с халькопиритом, блеклой рудой, галенитом, теллуrom и самородным серебром). В этом случае теллурид серебра представлен чрезвычайно мелкими (сотые доли миллиметра) включениями, что, по-видимому, является его характерной особенностью“.

При осмотре образцов руд Кафанского месторождения, любезно предоставленных геологом М. Л. Лачиняном для изучения, наше внимание привлекло в особенности заметное скопление оловянно-белого минерала с сильным металлическим блеском в ассоциации с сфалеритом, кварцем и карбонатом. Макроскопически указанный минерал образует отдельные скопления размером 1—1,5 см в поперечнике или же тонкие прожилки, секущие сфалеритовые агрегаты. Детальное изучение этих скоплений в аншлифах установило их принадлежность к алтаиту, содержащему мелкие включения петцита.

Ниже приводится описание этих минералов:

**Алтаит  $PbTe$ .** Под микроскопом алтаит обладает сильной отражательной способностью ( $R=60\%$ ), изотропен. В отраженном свете оловянно-белого цвета со слабым кремоватым оттенком. Галенит в сростке с алтаитом выглядит светло-серым и имеет отчетливый голубоватый оттенок. Алтаит полируется хорошо, однако, как правило, исштрихован, что обусловлено очень низкой твердостью минерала. При травлении поверхности от  $HNO_3$  1:1 вскипает, темнеет; от  $HCl$  слабо тускнеет; от  $FeCl_3$  (20%) бурет, иризирует.  $KCN$  и  $KOH$  не действуют.

Микрохимические реакции на  $Te$  и  $Pb$  дали положительные результаты. Минерал растворяется в концентрированной серной кислоте, окрашивая ее при нагревании в характерный для теллура пурпурно-красный цвет. При прибавлении воды окраска раствора исчезает и осаждается темно-серый теллур. Наличие свинца подтверждается получением золотисто-желтых шестиугольных пластинок  $PbJ_2$ .

В изученных образцах алтаит встречается часто и в большом количестве, занимает от 20 до 30% площади аншлифов; минерал образует сплошные аллотриоморфнозернистые агрегаты и ангедральные поля, занимающие полностью поле зрения микроскопа. Во всех изученных аншлифах алтаит очень тесно ассоциируется с петцитом, который в виде ангедральных включений почти постоянно присутствует в полях алтаита. Иногда, в тесном срастании с карбонатом алтаит образует прожилки, секущие сфалеритовые поля. Ассоциация с сфалеритом весьма тесная. На стыках этих двух минералов часто наблюдаются структуры разъедания и замещения сфалерита алтаитом. Наличие этих структур указывает на более позднее выделение теллуридов. На отдельных участках поверхности аншлифов и чаще всего в полях сфалерита развиты мелкие ангедральные выделения алтаита и петцита, местами в срастании с халькопиритом и теннантитом.

В алтаите, по данным неполного анализа (хим. лаборатория ИГН АН АрмССР, мл. н. сотр. Т. Т. Авакян), содержится  $Pb-55,81\%$  и  $Te-30,93\%$ .

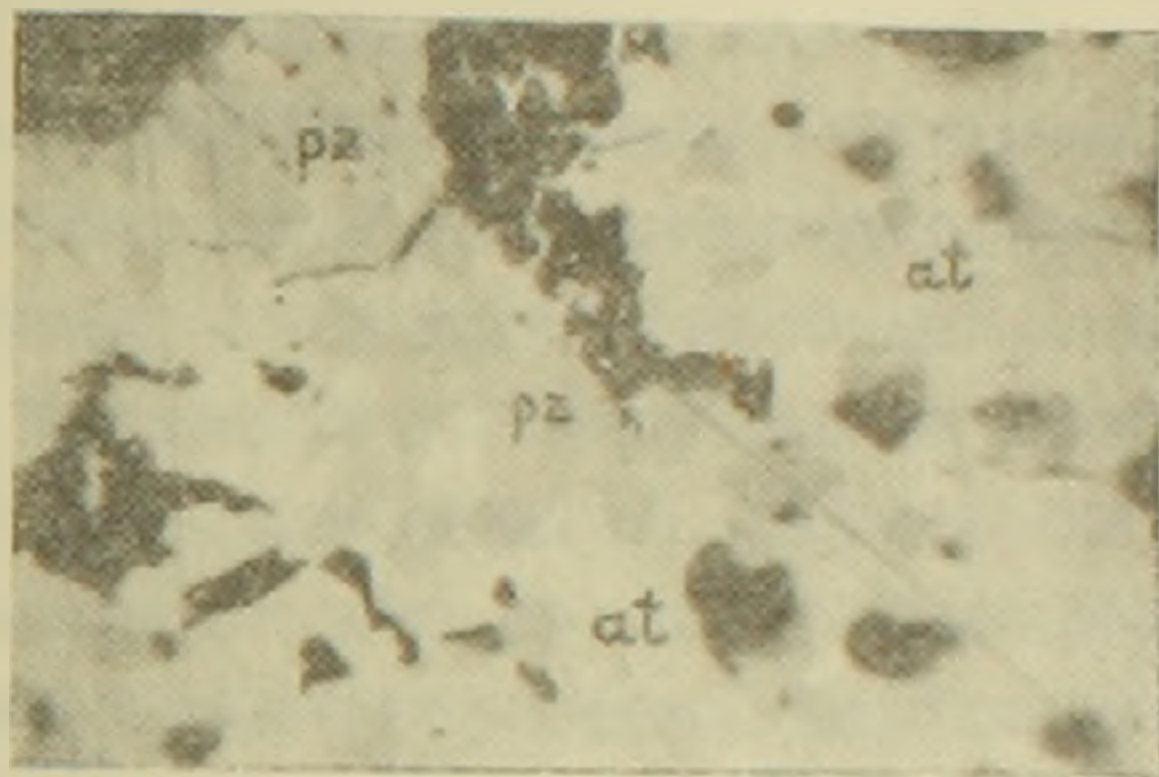
**Петцит  $(Ag, Au)_2Te$**  или (по П. Рамдору)  $Ag_3AuTe_2$  кристаллизуется в кубической (?) сингонии, однако Грот установил, что минерал при низких температурах может быть и ромбическим.

Под микроскопом петцит светло-серый с характерным нежно-сиреневым оттенком, который отчетливо наблюдается и в воздухе, и в

иммерсии. В полях сфалерита нежно-сиреневый оттенок петцита несколько затушевывается.

Отражательная способность  $R$  около 40%, незначительно темнее галенита. Минерал заметно анизотропен. Интересно отметить, что в одном и том же шлифе наблюдаются явно изотропные и анизотропные зерна. Это явление привело Хельке к выводу о присутствии  $\alpha$ - и  $\beta$ -петцита; П. Рамдор<sup>(2)</sup> не разделяет мнения Хельке и считает, что вопрос о наличии  $\alpha$ - и  $\beta$ -петцита пока неясен.

В аншлифах петцит встречается довольно часто в виде мелкозернистых агрегатов и небольших включений неправильной формы преимущественно в полях алтанта (фиг. 1). Размеры отдельных выделений составляют от 0,03—0,05 до 0,1—0,3 мм в поперечнике. В количественном отношении по сравнению с алтантом петцит имеет подчиненное значение. Иногда очень мелкие зерна петцита развиваются в полях сфалерита или же совместно с алтантом и халькопиритом окаймляют зерна теннантита.



Фиг. 1. Ангедральные выделения петцита (pz) в полях алтанта (al).  
X 100

При диагностическом травлении петцит от  $\text{HNO}_3$  1:1 вскипает после стирания — слаботравленная поверхность с коричневым налетом; от  $\text{FeCl}_3$  слабо иризирует. KCN, HCl и KOH не действуют.

Микрохимические реакции на серебро и золото не выполнены вследствие трудности отбора чистого материала.

Присутствие серебра и золота установлено спектрально. Спектральный анализ алтанта с примесью петцита, выполненный в спектральной лаборатории ИГН АН АрмССР (аналитик М. Я. Мартиросян), показал следующее содержание элементов: десятки% (основа) Pb и Te; около 0,03% Ag и 0,001% Au; до 5% Ca и до 1% Zn; сотые доли % Cu, Sb, Bi, As, Cd, Si, Fe. Результаты спектрального анализа хорошо согласуются с данными микроскопического исследования. Pb, Te, Ag и Au являются основными компонентами алтанта и петцита, а остальные элементы связаны с присутствием в руде сфалерита, халькопирита, теннантита и, возможно, медно-висмутовых минералов. Наличие Ca и Si обусловлено присутствием в большом количестве карбоната и в подчиненном — кварца.

Судя по имеющимся литературным данным, алтант и петцит характерны главным образом для золото-кварцевых жил в парагенезисе с самородным золотом, теллуридами золота и серебра, пиритом, галенитом и сфалеритом; кроме того оба минерала встречаются также в медноколчеданных и полиметаллических рудах.

Алтант и петцит установлены в рудах Заводинского, Степняковского, Карабашского месторождений. За рубежом они описаны в рудах

месторождения Нагнаг (Румыния), рудников Станислаус и Карсон-Хилл в Калифорнии, Голд-Хилл и Саншайн в Колорадо (США), Холлингс (Канада), Кондорьяко и Кокимбо (Чили), Калгурли (Австралия) и др.

В отношении обнаружения новых скоплений алтаита, петцита и быть может других теллуридов, в рудах Кафанского месторождения, в настоящее время интерес представляет участок Хазнинского разлома в руднике №1—2, на горизонте 810, в районе шестого южного квершлага, откуда были взяты описанные нами образцы.

Новые находки теллуридов в значительной мере пополняют минералогию руд месторождения и позволяют выяснить некоторые вопросы, связанные с процессами минералообразования.

Наличие теллуридов—алтаита и петцита в тесной ассоциации с карбонатом в медных рудах Кафанского месторождения и их взаимоотношения с сульфидами—халькопиритом, пиритом, сфалеритом, позволяют выделить более позднюю и низкотемпературную карбонат-алтаит-петцитовую стадию минерализации. Очевидно, гидротермальные растворы в последнюю стадию минералообразования содержали повышенные количества теллура, что обусловило выделение алтаита и петцита в качестве наиболее поздних рудных минералов Кафанского месторождения.

Институт геологических наук  
Академии наук Армянской ССР

#### Է. Ա. ԽԱԶՆՏՐՅԱՆ

#### Ալթաիտը և պետցիտը 'Հափանի սլոնի հանքավայրում

Հափանի սլոնի հանքանյութերում տեղւորիչների մանր և հազվագյուտ հատիկների ներկայութեան մասին նշել են նախորդ հետազոտողներից մի քանիսր, մասնավորապես Ի. Ս. Վոլինսկին<sup>1</sup>։ Նույն հանքանյութերում մեզ հաջողվել է հայտնաբերել տեղւորիչների՝ ալթաիտի և պետցիտի ափսի մեծ կուտակումներ, որոնք սերտ կապված են սֆալերիտի, խալկոպիրիտի և տեննանտիտի հետ։

Ալթաիտի և պետցիտի ներկայութեանը շատ բնորոշ է օսկի-կվարցային երակների համար, սակայն նրանք երբեմն հանդիպում են նաև պղնձակոլչեղանային և քաղմամետաղային հանքանյութերում։

Ալթաիտի և պետցիտի առկայութեանը 'Հափանի հանքանյութերում և նրանց փոխհարաբերութեանները սուլֆիդների՝ սֆալերիտի, խալկոպիրիտի, պիրիտի հետ, թույլ են տալիս անջատել հանքանագման ավելի ուշ և ցածր ջերմաստիճանային կարրոնատ-ալթաիտ-պետցիտային ստադիա։ Ակնհայտ է, որ միներալոգացման վերջին ստադիայում հիդրոթերմալ լուծույթները պարունակել են տեղւորի զգալի քանակութեան, որը պայմանավորել է ամենաուշ հանքանյութերի՝ ալթաիտի և պետցիտի անջատումը։

Ալթաիտի ու պետցիտի, գուցե և այլ տեղւորիչների զգալի կուտակումների առկայութեան տեսակետից մեծ հետաքրքրութեան է ներկայացնում նո. 1-2 հանքի, 810 հորիզոնը, որտեղից վերցված են նկարագրված նմուշները։

#### Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն

<sup>1</sup> И. С. Волынский, Определение рудных минералов под микроскопом, т. III, Госгеолиздат, 1949. <sup>2</sup> Д. Д. Дэна и др., Система минералогии, т. 1, первый полутом, Изд. иностр. литературы, 1950. <sup>3</sup> P. Ramdohr, Die Erzminerale und ihre Verwachsungen, Berlin, 1955.

## СТРАТИГРАФИЯ

А. А. Габриелян, чл.-корр. АН Армянской ССР, А. Л. Тахтаджян,  
чл.-корр. АН Армянской ССР, и О. А. Саркисян

О возрасте угленосно-сланценовой свиты  
окрестностей гор. Дилижана

(Представлено 28. XI. 1957)

В бассейне р. Акстев, в районе гор. Дилижана в виде отдельных, сравнительно небольших изолированных останцев встречается свита интенсивно дислоцированных пресноводно-озерных отложений, состоящая из песчаников, конгломератов, алевролитов, аргиллитов, глин, глинистых, углистых и горючих сланцев, с мощностью, достигающей до 600—700 м. В тектоническом отношении свита эта залегает ингрессивно на породах эоценовой вулканогенной толщи и приурочена к осевой полосе крупного Севано-Ширакского синклинория. Стратиграфическими эквивалентами Дилижанской свиты являются Бандеванская и Джаджурская угленосно-сланценовые свиты, обнажающиеся в северо-западной мульдовой части указанного Севано-Ширакского синклинория.

В районе Дилижана наиболее крупный выход этих отложений расположен к северу и северо-востоку от магистральной шоссейной дороги, на участке между речкой Блдан на западе и сел. Куйбышево на северо-востоке.

Более мелкие обнажения Дилижанской свиты имеются также в окрестностях города Дилижана и по правобережной части реки Акстев, на участке Дилижан—Красносельск.

Отложения дилижанской свиты с разной целью изучались рядом исследователей; однако вопрос о возрасте и стратиграфическом положении их до сих пор считается предметом оживленной дискуссии.

Между тем, разрешение этого вопроса имеет важное значение для выяснения ряда особенностей истории геологического развития Армении в третичное время. Кроме того, уточнение возраста Дилижанской свиты даст возможность определить верхний предел возраста многих гранитоидных интрузий Севано-Ширакского синклинория, обломки которых встречаются в гальках базального конгломерата отложений указанной свиты.

Полевыми работами 1948 г. А. А. Габриелян и О. А. Саркисян имели возможность ознакомиться с разрезами и условиями залегания описываемых отложений, а А. Л. Тахтаджяном была собрана и обработана богатая ископаемая флора.

В последние годы Дилижанская свита повторно, но более детально, была изучена О. А. Саркисяном. В связи с разрешением некоторых практических задач, в описываемом районе был заложен ряд буровых скважин, материалы которых еще более обогатили наши представления о геологических условиях залегания указанной свиты.

Сводный разрез угленосно-сланценосных отложений Дилижанского района, по данным О. А. Саркисяна, представлен в следующем виде (снизу вверх).

1. Базальный конгломерат с гальками порфиритов, туффитов и др. вулканогенных пород эоцена, известняков и мергелей верхнего мела . . . . . 10—15 м
2. Чередование пестроцветных песчаников и глин с подчиненными прослойками гравелита, с многочисленными растительными остатками . . . . . 60 м
3. Глины серые и шоколадно-бурые, песчанистые, слабо известковистые, слоистые, комковатые — типичного майкопского габитуса . . . . . 18 м
4. Глины и тонкорассланцованные глинистые сланцы серого и буровато-серого цвета с прослойками горючих сланцев и с остатками ихтиофауны и флоры. В глинах присутствуют мелкие мергельные округлой или неправильной формы конкреции 65 м
5. Песчаник, серый, мелкозернистый, известковистый . . . . . 15 м
6. Чередование глинистых и горючих сланцев с остатками ископаемой флоры, с конкрециями пластообразной, сферической и неправильной формы, преимущественно карбонатного состава . . . . . 70 м
7. Песчаник серый, известковистый, мелкозернистый . . . . . 15 м
8. Глина желтая и шоколадно-бурая, некарбонатная, тонкослоистая, с прослойками глинистых сланцев . . . . . 35 м
9. Песчаники различной структуры с прослоями гравелита . . . . . 14 м
10. Гравелит светло-серого цвета . . . . . 10 м
11. Песчаник разномзернистый, слоистый, серый . . . . . 6 м
12. Глина желтая, песчанистая . . . . . 10 м
13. Песчаник известковистый, плотный, неравномерно-зернистый, серый, с остатками мелких пресноводных гастропод . . . . . 20 м
- Среди последних А. А. Габриеляном, а затем Т. Т. Мартинсоном определены *Hydrobia pseudocornea* Brus., *Melanopsis* sp. ex gr. *callosa* A. Braun, *Limnaea* sp.
14. Ритмичное чередование разномзернистых туфопесчаников и мелко- и среднегалечных туфоконгломератов . . . . . 130 м
15. Туфопесчаник разномзернистый, серый с прослойками алевролита . . . 10 м
16. Туфоконгломерат средне-мелкогалечный, плотный, серого цвета . . 6 м
17. Туфопесчаник разномзернистый, серый с глинистым цементом . . . . 10 м
18. Чередование песчаников и алевролитов . . . . . 12 м
19. Чередование мелко- и среднегалечных туфоконгломератов и разномзернистых туфопесчаников . . . . . 35 м
20. Тонкое ритмичное чередование туфоконгломератов, туфопесчаников и алевролитов с мелкими прослойками углистых сланцев . . . . . 20 м
21. Туфоконгломерат мелкогалечный, битуминозный, с песчаным цементом 20 м
22. Чередование битуминозных туфопесчаников и туфоконгломератов с небитуминозными их разностями . . . . . 30 м
23. Алевролит серый, плотный, с прослоями углистых аргиллитов . . . . 10 м
24. Туфопесчаник разномзернистый, серый с прослойками гравелита . . . 10 м
25. Туфогравелиты, туфопесчаники и аргиллиты с прослойками углей и углистых аргиллитов, с обугленными остатками листьев и стеблей. В углистых прослойках встречаются небольшой величины сферические или же неправильные по форме конкреции пирита . . . . . 60 м
26. Конгломерат мелкогалечный, плотный . . . . . 5 м
27. Глина серая, плотная, слоистая . . . . . 25—30 м

Таким образом, литологически Дилижанскую свиту можно разделить на две подсвиты: а) нижнюю, песчано-глинистую майкопского типа (наличие различных конкреций, битуминозности пород) и б) верхнюю, лигнитовую, туфогенную подсвиту.

Описанные отложения интенсивно дислоцированы и собраны в крупную синклинальную складку северо-западного простирания. Последняя осложнена мелкой, второстепенной складчатостью, переходящей в восточном направлении в изоклинальную складчатность.

Для определения возраста Дилижанской свиты в настоящее время имеются как палеонтологические, так и регионально-геологические данные.

Последние заключаются в следующем:

1. Дилижанская свита, как уже указывалось, залегает с эрозионным несогласием на отложениях вулканогенного эоцена, что свидетельствует о более молодом, чем эоценовый, ее возрасте. По северо-восточному борту Дилижанской синклинальной складки проходит крупный, регионально выраженный разлом, по которому пласты вулканогенного эоцена под углом  $40-45^\circ$  надвинуты на отложения Дилижанской свиты.

2. В составе богатой ископаемой флоры, встреченной в различных горизонтах описанного разреза, А. Л. Тахтаджяном определены *Pinus palaeostrobus* (Ett.) Heer, *Taxodium dubium* (Sternb.) Heer, *Glyptostrobus europaeus* (Brongn.) Heer, *Cinnamomum cinnamomeum* (Rossm) Hollick, *Quercus elaeagnifolia* Ung., *Q. chlorophylla* Ung., *Q. drymeja* Ung., *Comptonia diforma* (Sternb.) Berry, *Fraxinus* sp., *Typha* (?) sp., *Betula prisca* Ett.

Общий состав флоры указывает на олигоценовый возраст вмещающих отложений.

3. В сланцеватых листоватых глинах встречаются также остатки ихтиофауны, среди которых, по данным А. П. Демехина\*, В. В. Богачевым определены: *Clupea* sp., *Prolebias armeniacus* n. sp., *Lepidocotus nova* (sp.). По заключению В. В. Богачева, указанная фауна соответствует среднему или верхнему олигоцену.

4. Для определения верхнего предела возраста рассматриваемой свиты, можно использовать и регионально-геологические данные. Последние свидетельствуют о том, что Дилижанская свита древнее плиоцена, а также верхнего и среднего миоцена. Образования плиоценового возраста на Малом Кавказе, в том числе и в Севано-Ширакском синклинории представлены различными вулканическими породами и фацциально с ними связанными диатомитовыми отложениями. Они обычно очень слабо дислоцированы и геоморфологически приурочены соответственно к водораздельным частям хребтов и молодым плио-плейстоценовым тектоническим депрессиям. Средне-верхнемиоценовые

---

\* А. П. Демехин, Геологический очерк района гор. Дилижана. Рукопись. Фонды Арм. ГУ, 1939.

отложения Малого Кавказа развиты в Среднеараксинском межгорном прогибе и выражены исключительно в гипсо-соленосной фации. В конце эоцена и начале олигоцена происходили мощные горообразовательные движения, вызвавшие сводообразное поднятие всей центральной зоны Малого Кавказа (<sup>1</sup>).

Эти же движения обусловили новое прогибание Куринской и Среднеараксинской межгорных депрессий, где и происходило осадконакопление в указанное время. Однако нам представляется, что в Севано-Ширакском синклинории, испытывавшем интенсивное эпейрогеническое поднятие в нижне-среднеолигоценовое время, все же вполне могло образоваться довольно крупное мелководное озеро, в котором и происходило накопление описанных песчано-глинистых угленосно-сланценосных отложений.

На этом основании мы считаем наиболее вероятным определить возраст Дилижанской свиты, как и других угле-сланценосных отложений Севано-Ширакского синклинория, как олигоцен-нижнемиоценовый.

В таком случае нижнюю подсвиту Дилижанской свиты можно сопоставить с шорагбюрской свитой и нижним майкопом Кавказско-Черноморской области, а верхнюю подсвиту — с красноцветной молассовой свитой Приереванского района и Араратской котловины, а также с пестроцветной озерно-континентальной угленосной свитой Ахалцихского бассейна. Верхнеолигоценовый-нижнемиоценовый возраст последней фаунистически доказан Л. К. Габуния (<sup>2</sup>). В Нахичеванской мульде синхронные отложения выражены в фации озерно-континентальных и морских (опресненных) песчано-глинистых и известковых пород (красноцветная и пестроцветная свиты).

Что же касается более интенсивной дислоцированности отложений Дилижанской свиты, по сравнению с подстилающей эоценовой толщей, то это можно поставить в прямую связь с явлением гравитационного складкообразования.

При антиклинальном поднятии сравнительно жесткой и монолитной эоценовой вулканогенной толщи покрывающий ее чехол в силу своей пластичности под влиянием силы тяжести мог соскользнуть по склонам субстрата и сминаться в мелкие и опрокинутые в сторону мульды складки.

Учитывая большое сходство литологического состава отложений Дилижанской, Бандеванской и Джаджурской свит, можно не сомневаться в том, что они образовались в едином мелководном бассейне или же в отдельных небольших, но слабо изолированных бассейнах, которые располагались в мульдовой части Севано-Ширакского синклинория и узкими проливами сообщались друг с другом. Окружающая этот водоем суша представляла обширные заболоченные пространства, с лесами из болотного кипариса *Taxodium* и *Glyptostrobus*, с влажным, близким к субтропическому, климатом.

Остается еще не ясным соотношение этого пресноводного бассейна

с Майкопским морским бассейном Куринской депрессии. Возможно, что через небольшой узкий пролив они сообщались друг с другом. Такая связь указанных бассейнов могла осуществиться только через Иджеванский (Акстевский) поперечный синклинальный прогиб, формирование которого отмечается еще с альбского времени.

Ереванский государственный  
университет

Ա. Ն. ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆ, Ա. Լ. ԹԱԽՏԱԶՅԱՆ ԵՎ Ն. Ն. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

### Դիլիջան քաղաքի շրջակայքի ածխա-թերթաքարաբեր շերտախմբի հասակի մասին

Դիլիջան քաղաքի շրջակայքում, առանձին մեկուսացված մնացորդների ձևով, հանդիպում են լճային ծաղման նստվածքային ապարներ, որոնք ինքրեսիվ են տեղադրված էոցենի հրաբխածին առաջացումների վրա և տեկտոնական տեսակետից կապված են Սևան-Շիրակի սինկլինորիումի առանցքային մասի հետ: Այդ նստվածքները ինտենսիվ դիսլոկացված են և ներկայացված են կավերով, արգիլիտներով, ալերոլիտներով, ավազաքարերով ու կոնգլոմերատներով, որոնք սլարունակում են ածուխների և այրվող թերթաքարերի նթաշերտեր: Ստրատիգրաֆիական տեսակետից Դիլիջանի շերտախմբին հասակակից առաջացումներ են հանդիսանում Բանդեանի և Զաջուռի ածխա-թերթաքարաբեր նստվածքները: Չնայած բավական մանրամասն ուսումնասիրություններին, Դիլիջանի շերտախմբի հասակի և ստրատիգրաֆիական դիրքի հարցը մինչև այժմ էլ լրիվ պարզաբանված չէ: Այդ հարցի ճշգրտումը ունի կարևոր նշանակություն ինչպես երրորդական դարաշրջանում Հայաստանի երկրաբանական զարգացման պատմության մի շարք առանձնահատկությունների բացահայտման համար, այնպես էլ Սևան-Շիրակի սինկլինորիումի որոշ գրանիտոիդային ինտրուզիաների հասակի վերին սահմանը որոշելու համար:

Վերջին տարիներում նկարագրվող նստվածքները ենթարկվեցին մանրամասն ուսումնասիրությունների Ա. Ն. Գաբրիելյանի և Ն. Ն. Սարգսյանի կողմից, իսկ Ա. Լ. Թախտաջյանի կողմից մշակվեց հավաքված հարուստ ֆլորան: Հոգնվածում տրվում է Դիլիջանի շերտախմբի կտրվածքի նկարագրությունը, որի հիման վրա այն մասնատվում է երեք ենթաշերտախմբերի՝ ստորին՝ ավազակավային և վերին՝ լիգնիտային կամ տուֆոգեն: Հիշյալ շերտախմբի հասակի որոշման համար այժմ արդեն կան ինչպես պալեոնթոլոգիական, այնպես էլ ոեդիոնալ-երկրաբանական տվյալներ: 1) Դիլիջանի շերտախմբը էոգոնաններդաշնակությամբ տեղադրված է էոցենի հրաբխածին ապարների վրա, որը վկայում է այդ շերտախմբի էոցենից ավելի երիտասարդ լինելու մասին: 2) Ա. Լ. Թախտաջյանի կողմից որոշված ֆլորայի ընդհանուր կազմը ցույց է տալիս օլիգոցենյան հասակ: 3) Կավերում հանդիպող ձկների մնացորդները, ըստ Վ. Վ. Բոգաչևի որոշումների, համապատասխանում են միջին և վերին օլիգոցենին: 4) Ռեզիդուալ երկրաբանական տվյալները վկայում են Դիլիջանի շերտախմբի ավելի հին, քան պլիոցենյան, ինչպես նաև վերին և միջին միոցենյան հասակի մասին: Պլիոցենյան առաջացումները Փոքր Կովկասում, ինչպես և Սևան-Շիրակի սինկլինորիումում, ներկայացված են հրաբխածին և դիատոմիտային նստվածքներով, որոնք շատ թույլ են դիսլոկացված և մերկանում են լեռնաշղթաների ջրածան մասերում կամ երիտասարդ պլիո-պլեյստոցենյան տեկտոնական իջվածքներում: Փոքր Կովկասի միջին և վերին միոցենյան նստվածքները տարածված են միջին-առաջին միջինային ճկվածքներում և արտահայտված են բացառապես գիպսա-աղաբեր ֆալիաներով: Չնայած Սևան-Շիրակի սինկլինորիումում ստորին և միջին օլիգոցենում տեղի ունեցած ինտենսիվ էպլեյրոգեն բարձրացումներին, չի բացառվում բավականին խոշոր, ծանծաղ լճային ավազանի առաջացումը, որտեղ ակտիվ է ունեցել նկարագրվող ածխաբեր և թերթաքարաբեր նստվածքների կուտակումը:

Ելնելով վերոհիշյալից, մենք հակված ենք ինչպես Դիլիջանի, այնպես էլ Սևան-Շիրակի սինկլինորիումի մյուս ածխա-թերթաքարաբեր շերտախմբերի հասակը վերագրել

օլիգոցեն-ստորին միոցենին: Դիլիջանի շերտախմբի ստորին ենթաշերտախումբը կա-  
րելի է համագրել Շոռաղբյուրի շերտախմբի և Կովկաս-սևծովյան մարզի ստորին մայկո-  
պի հետ, իսկ վերին ենթաշերտախումբը՝ Մերձերևանյան շրջանի ու Արարատի զոգավո-  
րության կարմրավուն մոլասային շերտախմբերի, ինչպես նաև Ախալցխայի ավազանի  
ածխաբեր շերտախմբի հետ:

Դիլիջանի շերտախմբի ավելի ինտենսիվ դիսլոկացիան, համեմատած նրա տակ տե-  
ղադրված էոցենի հրաբխածին ապարների հետ, բացատրվում է զրավիտացիոն ծալքավորման  
երևույթներով: Էոցենի համեմատաբար կոշտ և մոնոլիտ հրաբխածին ապարների անտի-  
կլինալ բարձրացման ընթացքում նրանց ծածկող սլաքաթիկ ծածկոցը, սահելով սուբստրա-  
տի լանջերով, առաջացրել է մանր, դեպի մուլդայի կողմը շրջված ծալքեր: Նշելով Դի-  
լիջանի, Բանդանի և Ջաջուռի շերտախմբերի լիթոլոգիական կազմի զգալի նմանու-  
թյունից, պետք է ենթադրել, որ նրանք կուտակվել են կամ մի միասնական ծանծաղ  
լճային ավազանում, կամ առանձին փոքր և միմյանցից թույլ մեկուսացված ավազան-  
ներում, որոնք տեղաբաշխված են եղել սինկլինորիումի առանցքային մասում: Հնարա-  
վոր է, որ հիշյալ քաղցրահամ ավազանը նեղ նեղուցով հաղորդակցության մեջ է եղել  
Քուռի դեպրեսիայի մայկոպյան ծովի հետ: Այդպիսի կապ կարող էր գոյություն ունենալ  
Իջևանի ընդլայնական սինկլինալային իջվածքի ուղղությամբ, որի ձևավորումը նշվում  
է գեոկա ալբի ժամանակաշրջանից:

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

<sup>1</sup> А. А. Габриелян, ДАН СССР, т. 8, № 2 (1946). <sup>2</sup> Л. К. Габуния, ДАН СССР,  
т. 71, № 6 (1951).

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. О. Казарян, Э. С. Авунджян и К. А. Карапетян

О природе омолаживающего влияния формовки на деревья  
и кустарники

(Представлено М. А. Тер-Карапетяном 24. VIII. 1957)

Формовка древесно-кустарниковых форм с давних пор вошла в практику декоративного садоводства как один из эффективных способов получения высокодекоративных форм, продления жизни растений и улучшения общего их состояния. Однако в настоящее время имеется весьма мало работ, посвященных выяснению физиологической природы этого важного агротехнического мероприятия. Имеющиеся работы в основном касаются плодовых форм <sup>(1-4)</sup>, обрезка которых производится с целью получения высоких и устойчивых урожаев.

Известно, что декоративно-древесно-кустарниковые формы во многом усиливают энергию роста и увеличивают общую продолжительность жизни при регулярной формовке и подрезке крупных скелетных ветвей. Вместе с тем подрезка стимулирует появление новых энергично растущих побегов, усиливая тем самым густоту кроны.

Поверхностные наблюдения приводят к предварительному выводу о том, что формовка и подрезка вызывают, в первую очередь, усиление жизнедеятельности и обмена веществ растений, так как при удалении крупных ветвей во многом улучшается минеральное питание и водоснабжение растений, в результате изменения соотношения общей поверхности листьев и корневой системы в пользу последней.

С целью выяснения некоторых звеньев физиологической природы омолаживающего влияния формовки на растение нами в 1956 и 1957 гг. был предпринят ряд опытов по выявлению различия в общем количестве углеводов, азотистых соединений и хлорофилла в листьях, а также фотосинтетической активности последних у сформировавшихся и контрольных деревьев и кустарников. Эти показатели мы рассматриваем как факторы, определяющие активность процессов жизнедеятельности растений.

В качестве объектов для анализа были взяты такие деревья и кустарники, которые регулярно подвергались формовке. Контрольные

же экземпляры того же возраста, произрастающие в одних и тех же условиях, не сформировались. В первом опыте мы попытались выявить количественное различие разных форм углеводов в листьях липы, лещины, боярышника и снежноплодника. Первый из этих объектов в условиях Еревана является деревом, второй и третий — полудеревьями, а последний — типичным кустарником. Данные этих анализов сведены в табл. 1.

Таблица 1

Количество различных форм углеводов в листьях ряда древесно-кустарниковых растений в зависимости от формовки

| №<br>пп | Название<br>растений | Группа<br>растений | Сахара в % на абс. сух. вещества |          |               |                              |                               | Общая<br>сумма | Соотн.<br>растп.<br>нераств. |
|---------|----------------------|--------------------|----------------------------------|----------|---------------|------------------------------|-------------------------------|----------------|------------------------------|
|         |                      |                    | редуц.<br>сахара                 | сахароза | маль-<br>тоза | сумма<br>раствор.<br>сахаров | нераств-<br>воримые<br>сахара |                |                              |
| 1       | Липа                 | контр.             | 8,50                             | 3,69     | 15,90         | 28,09                        | 9,85                          | 37,94          | 2,85                         |
|         |                      | сформ.             | 7,77                             | 8,37     | 18,70         | 34,84                        | 10,92                         | 45,76          | 3,19                         |
| 2       | Лещина               | контр.             | 8,25                             | 16,04    | 5,60          | 29,81                        | 21,96                         | 51,77          | 1,36                         |
|         |                      | сформ.             | 6,28                             | 23,22    | 7,95          | 37,05                        | 22,30                         | 59,35          | 1,68                         |
| 3       | Боярышник            | контр.             | 3,95                             | 10,25    | 10,10         | 24,55                        | 19,48                         | 44,03          | 1,26                         |
|         |                      | сформ.             | 3,49                             | 10,97    | 16,25         | 32,71                        | 20,61                         | 53,32          | 1,59                         |
| 4       | Снежно-<br>плодник   | контр.             | 3,64                             | 3,81     | 8,12          | 11,93                        | 8,45                          | 20,38          | 1,42                         |
|         |                      | сформ.             | 3,94                             | 3,51     | 13,54         | 17,05                        | 9,96                          | 27,01          | 1,71                         |

Как показывают эти данные, общая сумма растворимых углеводов в листьях всех групп сформировавшихся растений значительно больше, чем в листьях контрольных растений. Аналогичная разница наблюдается и в отношении общего количества углеводов. В связи с этим изменяется и величина соотношения растворимых и нерастворимых углеводов, показывающая направленность ферментативной реакции. Все сформировавшиеся растения, как показывают данные последней графы, проявляют более активную синтетическую направленность, чем контрольные растения. Обнаруживается такое же изменение в отношении количества различных форм азотистых соединений (табл. 2).

Таблица 2

Количество различных форм азота в листьях ряда древесно-кустарниковых растений в зависимости от формовки

| №<br>пп | Название<br>растений | Группа<br>растений | Азот в % на абс. вес. сух. листа |       |       | Соотн.<br>белк.<br>небелк. |
|---------|----------------------|--------------------|----------------------------------|-------|-------|----------------------------|
|         |                      |                    | небелк.                          | белк. | общий |                            |
| 1       | Липа                 | контр.             | 0,184                            | 2,460 | 3,530 | 13,3                       |
|         |                      | сформ.             | 0,349                            | 2,941 | 3,290 | 8,4                        |
| 2       | Лещина               | контр.             | 0,08                             | 2,540 | 2,620 | 31,7                       |
|         |                      | сформ.             | 0,13                             | 2,920 | 3,050 | 22,4                       |
| 3       | Боярышник            | контр.             | 0,10                             | 2,390 | 2,490 | 25,2                       |
|         |                      | сформ.             | 0,16                             | 2,610 | 2,770 | 16,3                       |
| 4       | Снежно-<br>плодник   | контр.             | 0,106                            | 1,534 | 1,640 | 14,6                       |
|         |                      | сформ.             | 0,112                            | 1,338 | 1,450 | 11,9                       |

Приведенные в табл. 2 данные опять-таки показывают, что в листьях сформировавшихся растений количество всех форм азота всегда больше, чем в листьях контрольных растений, что свидетельствует об усиленном поступлении минеральных веществ в них. В связи с этим увеличивается и величина соотношения белкового и небелкового азота. Этот факт свидетельствует о том, что формовка деревьев приводит к интенсификации процессов жизнедеятельности растений в целом, в результате чего повышается обмен веществ. Это положение показано другим опытом по определению фотосинтетической активности листьев сформировавшихся и контрольных растений.

Опыт проводился применением радиоактивного изотопа  $C^{14}O_2$ , заполненного в светопроницаемой камере, где и находились подопытные листья, погруженные черешками в воду. С целью определения фотосинтетической активности одних и тех же участков поверхности листьев и выравнивания общей их площади, из них вырезывались одинаковые по величине кружки с помощью небольшого пробочного сверла. Кроме того, для создания идентичных условий листья всех вариантов были помещены в фотосинтетическую камеру одновременно. В этом случае оказались одинаковыми как интенсивность света и температурные условия, так и общая активность даваемого радиоактивного углекислого газа (табл. 3).

Таблица 3

Фотосинтетическая активность листьев ряда древесно-кустарниковых растений в зависимости от формовки

| №<br>пп | Название<br>растений | Группа<br>растений | Радиоак-<br>тивн. имп/<br>мин. на 10<br>кв. см пло-<br>щади | Во сколько раз больше ра-<br>диоактивность листьев сфор-<br>мировавшихся растений по<br>сравнению с радиоактивностью<br>листьев контрольн. растений |
|---------|----------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Свидина южная        | контр.             | 22                                                          | 4,8                                                                                                                                                 |
| 2       | Снежноплодник        | сформ.             | 106                                                         |                                                                                                                                                     |
|         |                      | контр.             | 18                                                          | 3,5                                                                                                                                                 |
| 3       | Орех                 | сформ.             | 63                                                          |                                                                                                                                                     |
|         |                      | контр.             | 16                                                          | 2,7                                                                                                                                                 |
|         |                      | сформ.             | 44                                                          |                                                                                                                                                     |

Как показывают эти данные, всегда листья сформировавшихся растений показывают гораздо большую фотосинтетическую активность, чем листья одновозрастных, но контрольных не подвергшихся формовке растений. Это свидетельствует об интенсификации процесса жизнедеятельности в связи с проведением регулярной формовки.

Следующим вопросом, тесно связанным с предыдущим, являлось выяснение изменения количественного соотношения общего хлорофилла и его отдельных пигментов в листьях растений в связи с проводимой формовкой.

Определение хлорофилла и его отдельных пигментов проводилось с помощью фотокалориметра-нефелометра. Отдельные же пигменты разделялись хроматографически. Данные этих анализов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Влияние формовки на количественное изменение хлорофилла и его пигментов в листьях ряда древесно-кустарниковых растений

| №<br>пп | Название<br>растений | Группа<br>растений | Количество в мг на 1 кв. дм площади |                  |                  |         | Общий<br>хлорофилл |
|---------|----------------------|--------------------|-------------------------------------|------------------|------------------|---------|--------------------|
|         |                      |                    | хлоро-<br>филл а                    | хлоро-<br>филл в | касанто-<br>филь | каротин |                    |
| 1       | Орех                 | контр.             | 3,40                                | 0,31             | 0,086            | 0,068   | 4,22               |
|         |                      | сформ.             | 2,70                                | 0,29             | 0,054            | 0,073   | 3,64               |
| 2       | Липа                 | контр.             | 3,90                                | 0,59             | 0,078            | 0,101   | 4,83               |
|         |                      | сформ.             | 2,80                                | 0,79             | 0,054            | 0,073   | 3,95               |
| 3       | Боярышник            | контр.             | 0,61                                | 0,100            | 0,024            | 0,019   | 0,793              |
|         |                      | сформ.             | 0,36                                | 0,098            | 0,017            | 0,012   | 0,504              |
| 4       | Корнус               | контр.             | 2,17                                | 0,30             | 0,057            | 0,042   | 2,92               |
|         |                      | сформ.             | 2,18                                | 0,28             | 0,046            | 0,018   | 2,72               |

Приведенные в последней таблице цифровые данные в действительности показывают, что всегда листья контрольных растений содержат больше как общего количества хлорофилла, так и отдельных его пигментов. Это можно объяснить тем, что при формовке происходит распад определенной части имеющегося в листьях хлорофилла и его перемещение к вновь сформировавшимся листьям. Несмотря на это, листья с меньшим количеством хлорофилла проявляют гораздо большую фотосинтетическую активность, чем листья контрольных растений, содержащие значительно больше хлорофилла. Отсутствие прямой зависимости между количеством хлорофилла и фотосинтетической активностью листьев установлено еще раньше (5-8).

Интенсивная фотосинтетическая деятельность листьев растений, подвергающихся регулярной формовке, по-видимому, связана с энергичным обновлением хлорофилла их листьев. Эта связь обнаружена еще раньше (7). В настоящее время этот вопрос исследуется нами более детально в связи с формовкой.

Результаты этих экспериментальных данных приводят авторов к выводу о том, что при формовке растений, т. е. при искусственном изменении соотношения общей массы надземных органов и корневой системы происходит омоложение. Формовкой деревьев и кустарников прежде всего улучшается водный режим и минеральное питание оставшихся побегов. В силу этого стимулируется пробуждение и отрастание многих спящих почек, приводящее к постепенному восстановлению прежнего соотношения массы подземных и надземных систем растений.

Таким образом омоложение сформировавшихся деревьев выражается в том, что формовкой усиливается обмен веществ и вегетативный рост в силу искусственного снятия тех внутренних противоречий, которые были обусловлены наличием многочисленных удаленных побегов и метамерных органов, ухудшавших жизнедеятельность растений в целом.

# Ծառերի և բույսերի վրա ձևավորման երիտասարդացնող ազդեցության բնույթի մասին

Վաղուց հայտնի է, որ ծառաթփային բույսերը մեծ չափով ակտիվացնում են իրենց կենսական պրոցեսները առանցքային մեծ ճյուղերի հեռացման և ձևափոխման հետևանքով: Այս դեպքում, ամենից առաջ ուժեղանում է ջրամատակարարումը և հանքային սննդառությունը, վերերկրյա և արմատային սխտեմների մասսայի փոխհարաբերության խախտման հետևանքով: Այս երևույթի ֆիզիոլոգիական բնույթի պարզաբանման ուղղությամբ մեր կողմից արվել են մի շարք փորձեր, որոնց նպատակն է եղել պարզել ածխաջրատների և ազոտական նյութերի, ինչպես նաև քլորոֆիլի քանակական փոփոխությունը և ֆոտոսինթեզի ինտենսիվությունը՝ կապված բույսերի ձևավորման հետ:

Փորձերը դրվել են լորենու, տխիլի, սզնու և ձյունապտղի վրա, որոնցից մի խումբըն անընդհատ ենթարկվել է ձևավորման, իսկ մյուս խումբը մնացել է առանց ձևավորման:

Փորձերի արդյունքները ցույց են տվել, որ բոլոր ձևավորվող բույսերի մոտ չատ են ինչպես ածխաջրատների, այնպես էլ ազոտական նյութերի քանակները: Դրա փոխարեն այդ խմբի բույսերի մոտ համեմատաբար քիչ են քլորոֆիլի և նրա բաղադրիչ մյուս պիգմենտների քանակները: Չնայած սրան ձևավորման ենթարկված բույսերի տերևները ցույց են տալիս մի քանի անգամ ավելի ինտենսիվ ֆոտոսինթեզ, քան կոնտրոլ բույսերը, որը և ասլահովում է առաջինների ավելի ինտենսիվ աճը:

Այս բոլոր տվյալները հեղինակներին բերում են այն եզրակացությանը, որ բույսերը ձևավորման հետևանքով, այսինքն արհեստական եղանակներով փոխելով արմատային սխտեմի և տերևային մասսայի փոխհարաբերությունը հոգուտ առաջինի, երիտասարդանում են:

## ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> Е. Д. Зеленская, Докл. ВАСХНИЛ, 10, 1949. <sup>2</sup> П. И. Княшко, „Сад и огород“, 10, 1951. <sup>3</sup> И. А. Коломиец, „Сад и огород“, 12, 1957. <sup>4</sup> В. М. Сергеев, Обрезка деревьев яблони и груши. Крымиздат, 1956. <sup>5</sup> В. Н. Любименко, Тр. СПб общ. естеств. 41, 1910. <sup>6</sup> А. С. Оконенко, Н. М. Толмачев и А. М. Кекух, Тр. научн. иссл. ин-та с. х., Киев, 2, 1928. <sup>7</sup> О. А. Щеглова, Тр. БИН, сер. VI, экспер. бот., 4, 1940. <sup>8</sup> В. О. Казарян, Г. Г. Габриелян и В. Ш. Агабабян, ДАН АрмССР, т. XXIV, 5, 1957.

