

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

XLII, № 4

1966

Խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Հ. Գ. ԱՅՐԻՅԱՆ, կենսաբանական գիտու-
թյունների բեկնածու, Ա. Թ. ԲԱՐԱՅԱՆ,
ՀՍՍՐ ԳԱ քղրակից-անդամ, Ա. Ա. ԹԱԼԱԼ-
ՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ քղրակից-անդամ, Վ. Մ.
ԹԱՌԱՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ քղրակից-անդամ,
Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ.
ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ քղրակից-անդամ
(պատ. խմբագրի տեղակալ), Ս. Հ. ՄԻՐՋՈ-
ՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ քղրակից-անդամ, Ս. Ս.
ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ.
ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ.
խմբագիր), Ս. Մ. ՍԱՊՈՆԺՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ
քղրակից-անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻԿԱՅԵԼՅԱՆ,
ՀՍՍՐ ԳԱ քղրակից-անդամ:

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

Ծառեմառիկա

Ի. Ս. Սարգսյան — Դիրակի միաշափ սիստեմի սպիկտրալ մատրիցի ածանցյալների
ընդհանրացրած դումարումը 191

Բիոֆիզիկա

Վ. Մ. Ասլանյան, Ա. Գ. Գարբիելյան, Մ. Ա. Նովոսելև և Է. Գ. Խովմասյան — Հու-
ձույթի խոնակաձև ուժի ազդեցությունը ԴՆԹ-ի ջերմային դինամոտորացիայի վրա 191

Բյուրեղիկա

Ր. Ս. Սոտսկոյ, ՍՍՌԽ ԳԱ թղթակից-անդամ, Լ. Ս. Ղամբարյան և Ս. Հ. Մկրտչյան —
Ուղեղի հուսալիության հարցի շուրջը 203

Բիոֆիմիա

Ա. Ա. Դալոյան և Ռ. Մ. Ուսայիրյան — Հիպոթալամուսից անջատված պսակաձև
անոթները լայնացնող սպիտակուցի մաքրման մասին 210

Գեոֆիմիա

Վ. Վ. Պալաույան — Հոկտեմբերյանի շերտախմբի ապաոներից էքստրակցված բիտու-
մոիդների խրոմատոգրաֆիական ֆրակցիաների ինֆրակարմիր սպեկտրները 214

Ընկրարանություն

Հ. Գ. Մալումյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս — Հայկական լեռնաշխարհը կեն-
տրոնական միջերկրածովային սիստեմում 213

Գեոմորֆոլոգիա

Հ. Կ. Դսրբիելյան — Հայկական ՍՍՌ գետային դարավանդների առաջացման հար-
ցի շուրջը 224

Օգտակար հանածոներ

Հ. Գ. Ղազարյան և Հ. Ա. Ղազարյան — Հայկական ՍՍՌ Շամլուղի հանքային դաշտի
լանքայնացման և մետասոմատիտների հասակային տարրերության մասին 227

Սառաֆիզիա

Գ. Մ. Հակոբյան — Նորագույն տվյալներ Մարալ-սար լեռան շրջակայքի և խաչ-աղբյուր
գետի կիրճի հրաբխային նստվածքների հասակի մասին 233

Բույսերի ֆիզիոլոգիա

Մ. Գ. Դյուզալյան — Բույսերից շանջատված տերևների ջրային ոնժիմի լարվածության
և նրա ուսումնասիրության նոր մեթոդի մասին 236

Վ. Հ. Ղազարյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ, Կ. Ա. Կուրապետյան և Ի. Ա.
Ղազարյան — Եգիպտացորենի արմատային ակտիվության վրա ֆոտոպերիոդիկ ազդեցու-
թյան մասին 241

Ֆիզիոլոգիա

Կ. Ա. Լևոտարսույան և Վ. Վ. Խանսարյան — Կատվի ուղեղիկի ատամնավոր կորիզի
նեյրոնների էլեկտրական ակտիվության միկրոէլեկտրոդային հետազոտությունը 245

Ս. Հ. Մխրդյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ, և Ռ. Ա. Գրիգորյան — Ստա-
մոքսի խոցի առաջացման կանխումը Ջերմուկ հանքային ջրով և նրա սրտը կապը հյուս-
վածքի հիստամինոպեկսիկ հատկության փոփոխության հետ 252

С О Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
Математика	
<i>И. С. Саргсян</i> —Суммирование производных спектральной матрицы одномерной системы Дирака	193
Биофизика	
<i>В. М. Асламян, А. Г. Габриелян, М. А. Новоселов и Э. Г. Товмасын</i> —Влияние ионной силы раствора на тепловую денатурацию ДНК	198
Бионика	
<i>Б. С. Сотсков</i> , чл.-корр. АН СССР, <i>Л. С. Гамбарян и С. О. Мкртчян</i> —К вопросу надежности мозга	205
Биохимия	
<i>А. А. Галоян и Р. М. Срапионян</i> —Об очистке коронарорасширяющего белка, выделенного из гипоталамуса	210
Геохимия	
<i>В. В. Пайразян</i> —Инфракрасные спектры хроматографических фракций битумоидов, экстрагированных из пород октемберянской толщи	214
Геология	
<i>И. Г. Магакьян</i> , академик АН Армянской ССР—Армения в системе центрального Средиземноморья	219
Геоморфология	
<i>Г. К. Габриелян</i> —К вопросу образования речных террас в Армянской ССР	224
Полезные ископаемые	
<i>А. Г. Казарян и Г. А. Казарян</i> —О возрастном разрыве между образованием метасоматитов и оруденением в Шамлугском рудном поле Армянской ССР	227
Стратиграфия	
<i>Г. М. Аколян</i> —Новые данные о возрасте вулканогенных отложений района г. Марал-сар и ущелья р. Хач-ахпюр	233
Физиология растений	
<i>М. Г. Гезальян</i> —О напряженности водного режима неизолированных листьев и новом методе его исследования	236
<i>В. О. Казарян</i> , чл.-корр. АН Армянской ССР, <i>К. А. Карипетян и Н. А. Казарян</i> —О влиянии фотопериодического режима на корневищную активность кукурузы	241
Физиология	
<i>К. А. Астабитян и В. В. Фанарджян</i> —Микроэлектродное исследование электрической активности нейронов зубчатого ядра мозжечка кошки	245
<i>С. А. Мирзоян</i> , чл.-корр. АН Армянской ССР, и <i>Р. А. Григорян</i> —Предупреждение возникновения экспериментальных язв желудка джермукской минеральной водой и некоторая зависимость наблюдаемых эффектов от изменения гистаминопексической способности тканей	252

МАТЕМАТИКА

И. С. Саргсян

Суммирование производных спектральной матрицы одномерной системы Дирака

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. Н. Мергеляном 29/IX 1965)

Рассмотрим следующую задачу на собственные значения:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dy_2}{dx} + p(x) y_1 &= \lambda y_1, \\ -\frac{dy_1}{dx} + r(x) y_2 &= \lambda y_2, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$y_2(0) - h y_1(0) = 0, \quad (2)$$

где $p(x)$ и $r(x)$ — вещественные функции, определенные на полу-прямой $(0, \infty)$ и обладающие производными, суммируемыми в каж-дом конечном интервале, h — произвольное вещественное число, а λ — параметр.

Система (1) является одномерным аналогом стационарной систе-мы Дирака в релятивистской квантовой теории.

Обозначим через $\varphi(x, \lambda) = \{\varphi_1(x, \lambda), \varphi_2(x, \lambda)\}$ решение систе-мы (1) удовлетворяющее начальным условиям

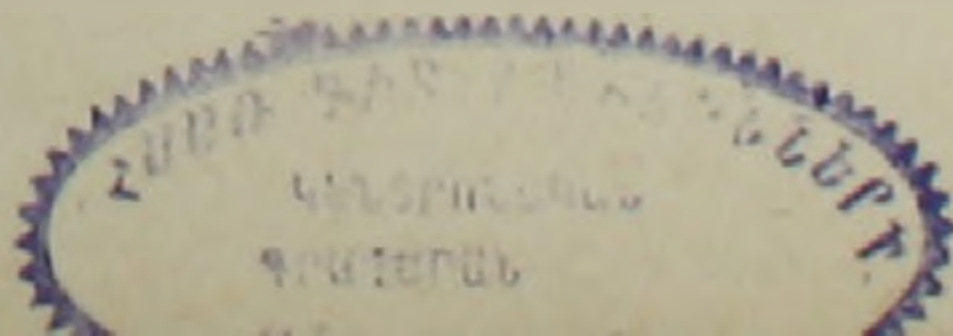
$$\varphi_1(0, \lambda) = 1, \quad \varphi_2(0, \lambda) = h. \quad (2')$$

Очевидно, что вектор-функция $\varphi(x, \lambda)$ удовлетворяет граничному ус-ловию (2).

Известно ⁽¹⁾, что при данном h каждой граничной задаче (1) — (2) соответствует единственная* неубывающая, ограниченная в каж-дом конечном интервале, непрерывная слева функция $\rho(\lambda)$. $(-\infty < \lambda < \infty)$, порождающая изометрическое отображение пространства с интегрируемым квадратом на полупрямой $(0, \infty)$ вектор-функций $f(x) \in L^2(0, \infty)$:

$$\int_0^\infty \{f_1^2(x) + f_2^2(x)\} dx < +\infty.$$

* Единственность функции $\rho(\lambda)$ доказана Б. М. Левитаном.



на пространство $L^2_{\rho(\lambda)}(-\infty, \infty)$ и пространства $L^2_{\rho(\lambda)}(-\infty, \infty)$ на пространство $L^2(0, \infty)$ по формулам

$$F(\lambda) = \int_0^\infty \{f_1(x) \varphi_1(x, \lambda) + f_2(x) \varphi_2(x, \lambda)\} dx, \quad (3)$$

$$\left. \begin{aligned} f_1(x) &= \int_{-\infty}^\infty F(\lambda) \varphi_1(x, \lambda) d\rho(\lambda), \\ f_2(x) &= \int_{-\infty}^\infty F(\lambda) \varphi_2(x, \lambda) d\rho(\lambda), \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где интегралы (3) и (4) сходятся в метриках пространств $L^2_{\rho(\lambda)}(-\infty, \infty)$ и $L^2(0, \infty)$, соответственно, и справедливо равенство Парсеваля

$$\int_0^\infty \{f_1^2(x) + f_2^2(x)\} dx = \int_{-\infty}^\infty F^2(\lambda) d\rho(\lambda).$$

Введем следующую терминологию:

1. Функцию $\rho(\lambda)$ будем называть спектральной функцией задачи (1)–(2);

2. Матрицу второго порядка

$$\Theta(x, s; \lambda) = \|\Theta_{ij}(x, s; \lambda)\|, \quad i, j = 1, 2,$$

где функции $\Theta_{ij}(x, s; \lambda)$ определяются по формулам

$$\Theta_{ij}(x, s; \lambda) = \begin{cases} \int_0^\lambda \varphi_i(x, \lambda) \varphi_j(s, \lambda) d\rho(\lambda), & \lambda > 0, \\ -\int_\lambda^0 \varphi_i(x, \lambda) \varphi_j(s, \lambda) d\rho(\lambda), & \lambda < 0, \\ 0, & \lambda = 0, \end{cases} \quad (5)$$

мы будем называть *спектральной матрицей* задачи (1)–(2).

В работе (2) мы исследовали асимптотическое поведение спектральной матрицы $\Theta(x, s; \lambda)$ при $|\lambda| \rightarrow \infty$. В настоящей работе, как и в работе (2), применяются методы, аналогичные методам, разработанными Б. М. Левитаном (3) и В. А. Марченко (4) для уравнения Шредингера, и изучаются асимптотические поведения производных по x и s спектральной матрицы $\Theta(x, s; \lambda)$ при $|\lambda| \rightarrow \infty$. Одновременно получены некоторые предварительные оценки производных спектральной матрицы $\Theta(x, s; \lambda)$, которые в другой работе нами будут использованы при исследовании вопроса о возможности почленного дифференцирования разложений по собственным вектор-функциям задачи (1)–(2).

Производные спектральной матрицы $\Theta(x, s; \lambda)$ мы будем сравнивать с производными спектральной матрицы $\Theta^*(x, s; \lambda) = \|\Theta_{ij}^*(x, s; \lambda)\|$ более простой задачи, а именно, задачи (1)–(2) при $p(x) = r(x) \equiv 0$ и $h = 0$. В этом случае $\varphi_1(x, \lambda) = \cos \lambda x$, $\varphi_2(x, \lambda) = \sin \lambda x$ и поэтому, согласно определению спектральной матрицы (5), матрица $\Theta^*(x, s; \lambda)$ определяется по формулам

$$\Theta_{11}^*(x, s; \lambda) = \frac{1}{\pi} \int_0^\lambda \cos \mu x \cdot \cos \mu s d\mu = \frac{1}{2\pi} \left\{ \frac{\sin \lambda (x+s)}{x+s} + \frac{\sin \lambda (x-s)}{x-s} \right\},$$

$$\begin{aligned} \Theta_{12}^*(x, s; \lambda) &= \frac{1}{\pi} \int_0^\lambda \cos \mu x \cdot \sin \mu s d\mu = -\frac{1}{2\pi} \left\{ \frac{\cos \lambda (x+s)}{x+s} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{\cos \lambda (x-s)}{x-s} \right\} + \frac{1}{\pi} \cdot \frac{x}{x^2 - s^2}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Theta_{21}^*(x, s; \lambda) &= \frac{1}{\pi} \int_0^\lambda \sin \mu x \cdot \cos \mu s d\mu = -\frac{1}{2\pi} \left\{ \frac{\cos \lambda (x+s)}{x+s} - \right. \\ &\quad \left. - \frac{\cos \lambda (x-s)}{x-s} \right\} - \frac{1}{\pi} \cdot \frac{x}{x^2 - s^2}, \end{aligned}$$

$$\Theta_{22}^*(x, s; \lambda) = \frac{1}{\pi} \int_0^\lambda \sin \mu x \cdot \sin \mu s d\mu = \frac{1}{2\pi} \left\{ \frac{\sin \lambda (x-s)}{x-s} - \frac{\sin \lambda (x+s)}{x+s} \right\}.$$

Лемма 1. Если первые производные функции $p(x)$ и $r(x)$ суммируемы в каждом конечном интервале, то при каждом фиксированных x и s и при $|a| \rightarrow \infty$ имеют место оценки

$$\bigvee_a^{a+1} \left\{ \frac{\partial \Theta_{ij}(x, s; \lambda)}{\partial x} \right\} = \int_a^{a+1} |\varphi_i(x, \lambda)| \cdot |\varphi_j(s, \lambda)| d\rho(\lambda) = O(a), \quad i, j = 1, 2. \quad (6)$$

Оценки (6) имеют место равномерно в каждом конечном интервале изменения переменных x и s .

Из определения спектральной матрицы $\Theta^*(x, s; \lambda) = \|\Theta_{ij}^*(x, s; \lambda)\|$ непосредственно следует

Лемма 2. При $|a| \rightarrow \infty$ имеют место оценки

$$\bigvee_a^{a+1} \left\{ \frac{\partial \Theta_{ij}^*(x, s; \lambda)}{\partial x} \right\} = O(a), \quad i, j = 1, 2. \quad (7)$$

Оценки (7) имеют место равномерно в области $0 \leq x, s \leq \infty$.

Оценки, аналогичные оценкам (6) и (7), имеют место и для старших производных спектральных матриц $\Theta(x, s; \lambda)$ и $\Theta^*(x, s; \lambda)$.

Лемма 3. Если функции $p(x)$ и $r(x)$ имеют суммируемые в каждом конечном интервале производные порядка n включитель-

но, то при каждом фиксированных x и s и при $|\lambda| \rightarrow \infty$ справедливы оценки ($i, j = 1, 2$)

$$\bigvee_a^{a+1} \left\{ \frac{\partial^n \Theta_{ij}(x, s; \lambda)}{\partial x^k \partial s^l} \right\} = \int_a^{a+1} |\varphi_i^{(k)}(x, \lambda)| \cdot |\varphi_j^{(l)}(s, \lambda)| d\rho(\lambda) = O(a^n), \quad k+l=n, \quad (8)$$

Оценки (8) имеют место равномерно в каждом конечном интервале изменения переменных x и s .

Оценка (8) для производных порядка n спектральной матрицы $\Theta^*(x, s; \lambda) = \|\Theta_{ij}(x, s; \lambda)\|$ непосредственно следует из ее определения.

Оценки (6) и (7) позволяют применить тауберову теорему для интегралов Фурье Б. М. Левитана (⁵). В результате можно доказать следующую теорему об асимптотическом поведении первых производных функций $\Theta_{ij}(x, s; \lambda)$ при $|\lambda| \rightarrow \infty$.

Теорема 1. Если коэффициенты системы (1) $p(x)$ и $r(x)$ таковы, что их производные первого порядка суммируемы в каждом конечном интервале, то при каждом фиксированных x и s и при $\lambda \rightarrow \infty$ справедливы асимптотические оценки

$$\left| \int_{-\lambda}^{\lambda} \left(1 - \frac{v^2}{\lambda^2}\right) dv \left\{ \frac{\partial \Theta_{ij}(x, s; v)}{\partial x} - \frac{\partial \Theta_{ji}^*(x, s; v)}{\partial x} \right\} \right| < C, \quad i, j = 1, 2,$$

где константа C зависит от интервала изменения x и s и не зависит от λ .

Опираясь на лемму 3 и вышеуказанную тауберову теорему для интегралов Фурье Б. М. Левитана можно доказать следующую теорему:

Теорема 2. Если функции $p(x)$ и $r(x)$ удовлетворяют условиям леммы 3, то при каждом фиксированных x и s и при $\lambda \rightarrow \infty$ справедливы асимптотические оценки

$$\left| \int_{-\lambda}^{\lambda} \left(1 - \frac{v^2}{\lambda^2}\right)^n dv \left\{ \frac{\partial^n \Theta_{ij}(x, s; v)}{\partial x^k \partial s^l} - \frac{\partial^n \Theta_{ji}^*(x, s; v)}{\partial x^k \partial s^l} \right\} \right| < C, \quad (k+l=n; i, j=1, 2),$$

где константа C зависит от интервала изменения x и s и не зависит от λ .

Приношу глубокую благодарность Б. М. Левитану за постановку задачи, интерес к работе и обсуждение результатов.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Ի. Ս. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

**Դիրակի միաչափ սխառների սպեկտրալ մասերի անհանգստանքի
ընդհանրացրած գումարումը**

Հորիզոնական ուղղությամբ է Դիրակի ստացիոնար միաչափ սխառների սպեկտրալ մասերի անհանգստանքի ասիմպտոտիկ վարքը, երբ սխառներ տրված է $(0, \infty)$ կիսաառանցքի վրա:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Т Р Ц Ы П Р Я В Н Ы

- 1 Э. Ч. Титчмарш, Proc. London, Math. Soc., (3), 11 (1961), 159—168.
2 И. С. Саргсян, ДАН СССР (в печати). 3 Б. М. Левитан, Известия АН СССР, се-
рия матем., 16 (1952), 325—352. 4 В. А. Марченко, Труды Московского матем. об-
щества, т. 1 (1952), 327—420. 5 Б. М. Левитан и И. С. Саргсян, Успехи матем. наук,
XV, 1 (91), (1960), 3—98.

В. М. Асланян, А. Г. Габриелян, М. А. Новоселер и Э. Г. Товмасын

Влияние ионной силы раствора на тепловую денатурацию ДНК

(Представлено академиком АН Армянской ССР. Г. Х. Бунятыаном 1/VI 1965)

Хорошо известно, что повышение температуры приводит к существенному изменению нативной структуры дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) в растворе. Это изменение обусловлено разрушением водородных связей. Переход из спиральной конформации в клубкообразную известен под названием перехода спираль-клубок или денатурации ДНК.

В 1952 г. Шаком и Топсетом ⁽¹⁾ было установлено, что интенсивность полосы поглощения ДНК с максимумом в области 260 мμ относительно мала для нативной формы и велика для денатурированной. Явление это известно под названием гипохромного эффекта.

Процесс денатурации, прослеженный по гипохромизму, осуществляется в сравнительно узком температурном интервале, чем напоминает фазовые переходы. В отличие от истинного фазового перехода, плавление ДНК должно характеризоваться двумя параметрами — температурой плавления T_m и шириной интервала перехода ΔT . Температура плавления соответствует температуре, при которой половина мономерных единиц макромолекулы не принимает участия в образовании водородных связей. Очевидно, что температура плавления должна характеризовать стабильность спирали ДНК.

Исследованию тепловой денатурации ДНК посвящено большое количество работ. Повышенный интерес к тепловой денатурации объясняется рядом причин. Во-первых, очевидно, что процесс редупликации ДНК должен идти через полную или частичную денатурацию. Во-вторых, изучение денатурации вскрывает многие важные черты внутренней молекулярной структуры нуклеиновых кислот и расширяет наши представления о природе сил, стабилизирующих специфическую конфигурацию ДНК. В-третьих, исследование ренатурации позволяет судить о кинетике и этапах плавления ДНК.

Мы проводили детальное исследование изменений параметров T_m и ΔT с увеличением концентрации ионов Na^+ , связывая их с

определенными структурными изменениями и кооперативностью процесса. Кстати, изучению этих вопросов был посвящен ряд работ, но большая часть их была посвящена либо малым ионным силам, до 0,1 М NaCl, либо значительным, выше 1 М NaCl. Промежуточная область ионных сил изучена явно недостаточно.

Переходы спираль-клубок прослеживались по ультрафиолетовому поглощению, весьма чувствительному к числу пар азотистых оснований, связанных водородными связями, и по вязкости, чувствительной к незначительным локальным изменениям структуры молекул.

Объектом наших исследований была ДНК тимуса теленка. Проводилось изучение температурной зависимости оптической плотности водных растворов ДНК в УФ-области при разных ионных силах на $\lambda = 259 \text{ м}\mu$. Измерения проводились на спектрофотометре СФ-4. Спектры поглощения были сняты для водных растворов ДНК в интервале ионных сил 0—0,4 М NaCl и для 1 М NaCl. Концентрация ДНК в растворах, уточненная спектрофотометрически, $-40 \frac{1}{\text{мл}}$. Плавление

ДНК исследовалось двумя способами.

Первый способ. Раствор нагревался до заданной температуры, и после пятнадцатиминутного отжига снимался спектр поглощения. Затем раствор быстро охлаждался переключением кюветы ко второму термостату с постоянной температурой 25°C и снова измерялась оптическая плотность. Последующее нагревание того же раствора проводилось до более высокой температуры.

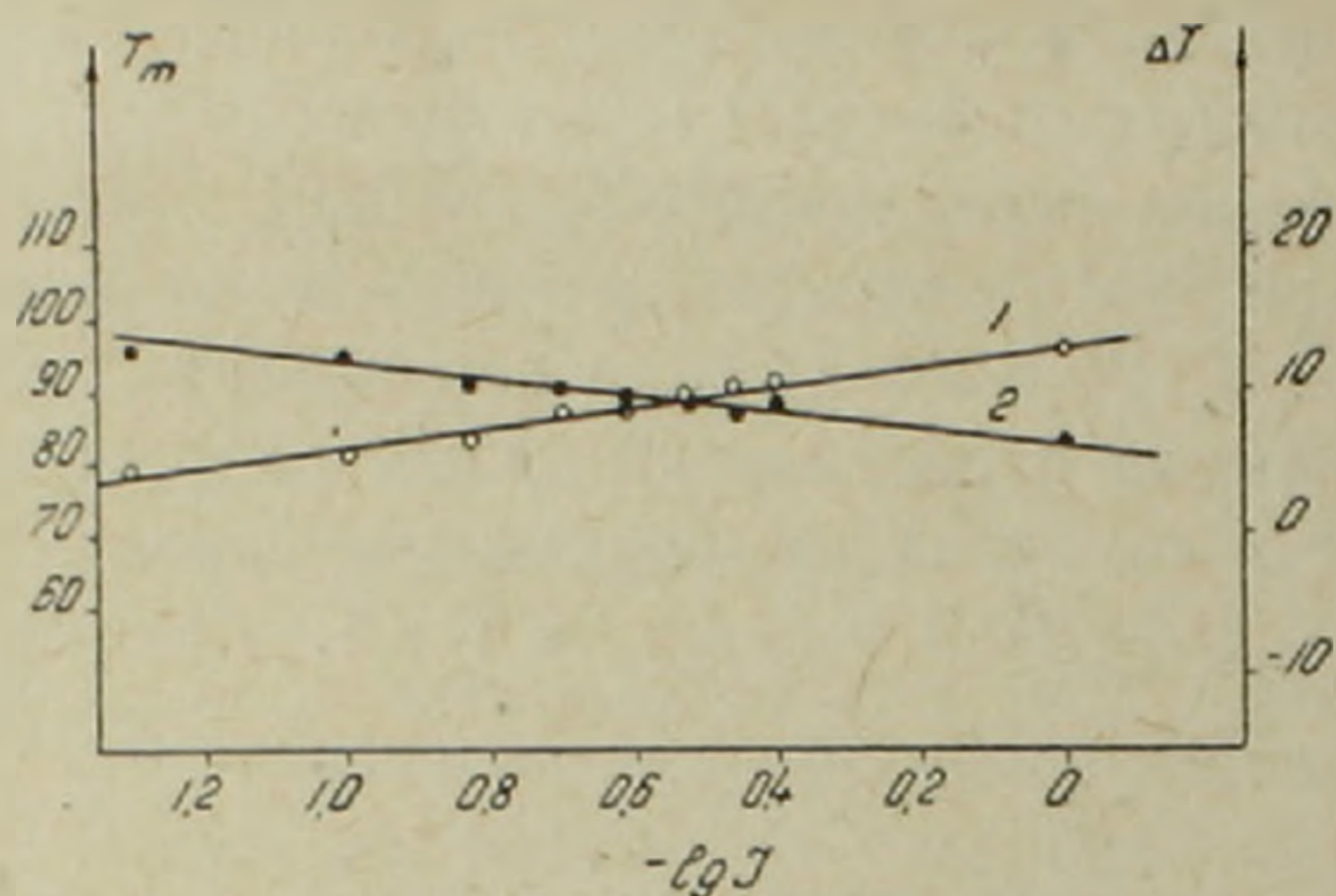
Второй способ. После нагревания до температуры 100°—105°C, раствор медленно охлаждался до 25°C и проводилось соответственно измерение оптической плотности. Охлаждение происходило вместе с термостатом до 25°C. Время охлаждения 6—7 часов.

Исследование температурной зависимости вязкости растворов ДНК проводилось на вискозиметре Оствальда с временем истечения растворителя порядка 110 сек. при температуре 25°C.

Параметры перехода спираль-клубок весьма чувствительны к ионной силе раствора. Известно, что при добавлении ионов щелочных металлов в водный раствор ДНК, температура плавления T_m растет с ростом ионной силы, по крайней мере до 1,0 М содержания солей (^{2,3}). Нами проводилось систематическое исследование влияния ионов Na^+ на параметры денатурации. С увеличением ионной силы раствора наблюдается значительное увеличение температуры плавления (фиг. 1). Так, для сравнения отметим, что при изменении ионной силы от 0,05 до 1 М NaCl, температура плавления изменяется более, чем на 16°C. Температура плавления определялась нами из кривой плавления как температура, соответствующая точке $\frac{1}{2} \left[\left(\frac{D_T}{D_{25}} \right)_{\text{max}} + 1 \right]$, т. е. по средней точке кривой плавления. Интервал перехода ΔT определялся по касательной в точке $T = T_m$. Увеличение температуры плавления

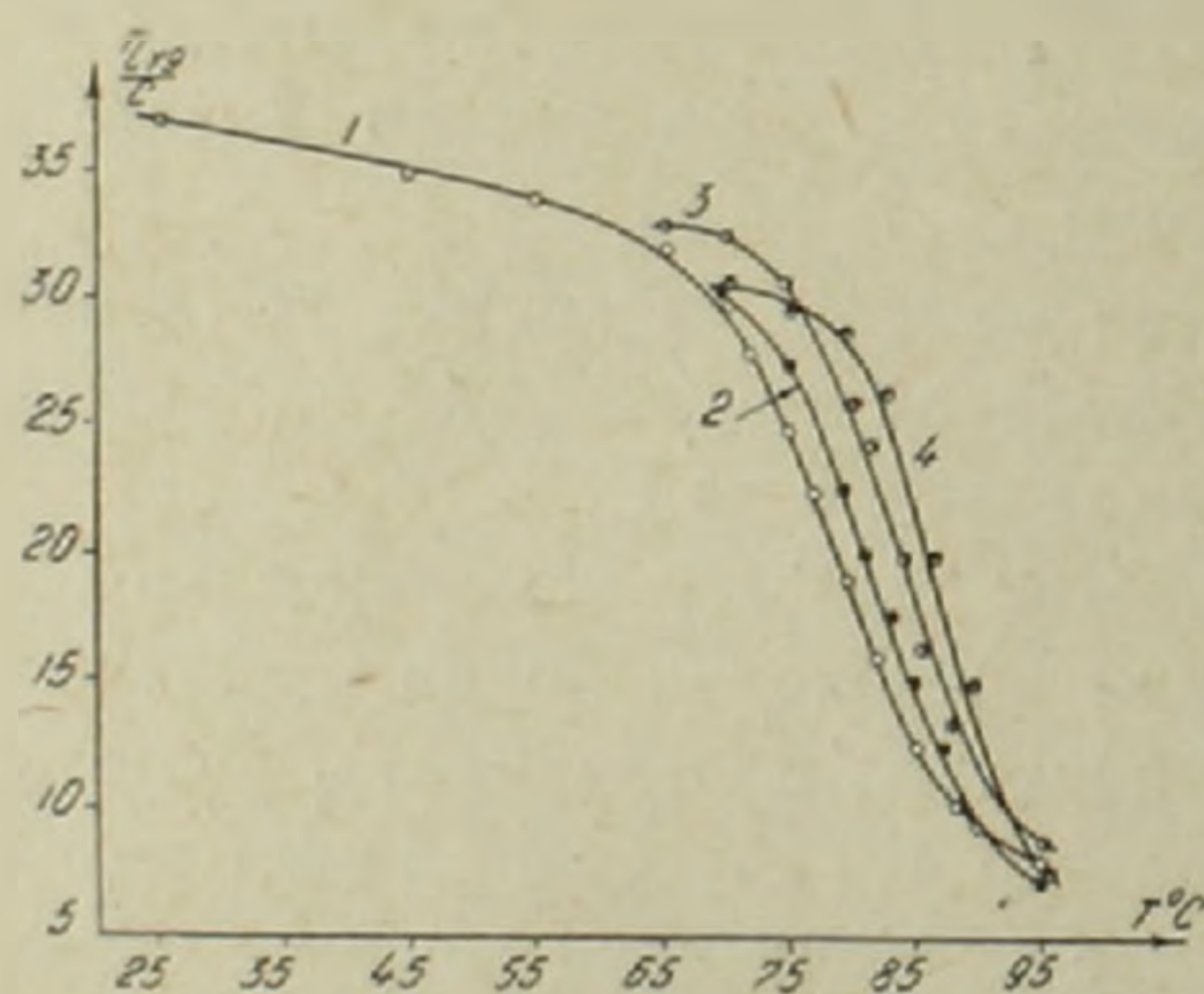
ления с повышением ионной силы может быть объяснено экранированием отрицательно заряженных фосфатных групп ионами Na^+ , что приводит к понижению энергии электростатического отталкивания между цепями двухтяжевой спирали ДНК, а, следовательно, к увеличению температуры плавления.

Нами была исследована зависимость вязкости солевых растворов ДНК от температуры. Общий ход кривых, в основном, напоминает



Фиг. 1. Зависимость температуры плавления ДНК T_m (кривая 1) и интервала плавления ΔT (кривая 2) от логарифма ионной силы.

кривые гипохромного эффекта, с тем только отличием, что здесь в той же области температур вязкость раствора уменьшается. Температуры плавления ДНК, полученные вискозиметрически (фиг. 2) и спектрофотометрически совпадают. При этом вязкость начинает из-



Фиг. 2. Температурная зависимость приведенной вязкости растворов ДНК следующих ионных сил: 1—0,05; 2—0,10; 3—0,15; 4—0,2 (концентрация ДНК— $60 \frac{\gamma}{мл}$).

меняться уже при относительно низких температурах. Как уже отмечалось выше, это, по-видимому, определяется тем, что вязкость чувствительна к небольшим локальным изменениям структуры, способным увеличить гибкость макромолекулы и облегчить ее сворачивание в статистический клубок. Эти изменения, возможно, возникают из-за разрыва относительно небольшого числа водородных связей, которое невозможно определить спектрофотометрически. О существовании структурных изменений такого рода свидетельствуют и независимо проведенные микрокалориметрические измерения (4).

Благодаря небольшим локальным структурным изменениям макромолекула ДНК приобретает дополнительные степени свободы, при этом ориентация азотистых оснований практически может и не изме-

няться. Согласно же теории Тиноко (⁵), гипохромизм определяется именно взаимной ориентацией боковых азотистых оснований, так что спектрофотометрия является лишь косвенным методом определения числа разорванных водородных связей. Следует отметить, что о небольших структурных изменениях при низких температурах свидетельствует и метод динамического двойного лучепреломления в потоке.

Как спектрофотометрическое, так и вискозиметрическое изучения денатурации ДНК свидетельствуют о повышении стабильности макромолекул с увеличением концентрации ионов Na^+ . В самом деле, как видно из фиг. 1, температура плавления спиралей линейно зависит от логарифма ионной силы, что находится в полном согласии с имеющимися литературными данными (²) и теоретическими представлениями Уолкера (⁶). При относительно низких ионных силах зависимость температуры плавления от концентрации ионов имеет вид (⁶): $T_m = A + B \lg I$, где A и B — константы. Очевидно, что температура плавления должна расти по мере уменьшения числа свободных зарядов на молекуле ДНК. Теоретический подсчет максимального значения температуры плавления для незаряженной ДНК дает 98°C (⁶).

Вместе с исследованием влияния ионной силы на стабильность молекул (на температуру плавления), нами изучалось влияние концентрации ионов Na^+ на интервал перехода спираль-клубок в ДНК. Из фиг. 1 видно, что интервал перехода уменьшается с ростом ионной силы. Эта зависимость аналитически может быть представлена в виде $\Delta T = -a \lg I + b$, где a и b — положительные постоянные величины. Денатурация происходит хотя и в узком, но конечном интервале температур. Последнее означает, что плавление двухтяжевой спирали ДНК не есть истинно фазовый переход. Небольшие значения ΔT свидетельствуют о том, что процесс перехода спираль-клубок кооперативен. Строго говоря, кооперативный характер плавления обусловлен значительной зависимостью изменения свободной энергии молекулы при образовании водородной связи в соседних с ней мономерных единицах. Эта кооперативность носит, по-видимому, чисто энтропийный характер. Действительно, разрыв водородных связей одной пары оснований энергетически невыгоден. Повышение энергии молекулы не может быть скомпенсировано увеличением энтропии, так как свободная от водородных связей пара оснований не получила достаточного количества степеней свободы из-за связанности соседних оснований в цепи. Для того, чтобы процесс плавления был бы термодинамически выгоден, одновременно должно разорваться большое число водородных связей, что приводит к значительному выигрышу энтропии, способному перекрыть проигрыш в энергии разорвавшихся водородных связей. Очевидно, что чем уже интервал перехода, тем больше степень кооперативности процесса. Тогда с увеличением ионной силы раствора возрастает степень кооперативности перехода спираль-клубок.

Уменьшение интервала плавления с ростом ионной силы раствора может быть объяснено следующим образом. Ионы Na^+ , находящиеся у заряженных фосфатных групп, могут рассматриваться как скрепки между полипептидными цепями. В работе (1) приведены теоретические выражения для изменения температуры и интервала плавления:

$$\delta T_m = 2 \frac{p-1}{p+1} \frac{T_0^2}{U} c, \quad (1)$$

$$\delta \Delta T = 4 \left(\frac{p-1}{p+1} \right)^2 \frac{T_0^2}{U} c. \quad (2)$$

δT_m и $\delta \Delta T$ есть изменения температуры и интервала плавления спирали ДНК, T_0 — температура плавления для ДНК без скрепок; $p = e^{\Delta/T}$, где Δ — свободная энергия, добавляемая скрепкой к энергии связи пары нуклеотидов, а температура T выражена в энергетических единицах; U — средняя энергия связи пары нуклеотидов при отсутствии скрепок. Выражения (1) и (2) позволяют установить прямую связь между δT_m и $\delta \Delta T$:

$$\delta \Delta T = 2 \frac{p-1}{p+1} \delta T_m. \quad (3)$$

Здесь можно считать, что p заведомо меньше единицы, так как теоретическая обработка результатов работы (8) по рН-плавлению ДНК свидетельствует о том, что при низких рН, т. е. большой концентрации ионов $[\text{H}^+]$, параметр $p \approx 0$. Отметим, что согласно (8) кооперативность перехода растет с увеличением концентрации H^+ . Если же $p < 1$, то выражение (3) приводит к отрицательным значениям $\delta \Delta T$, т. е. с повышением температуры T_m сужается интервал плавления ΔT (фиг. 1).

Теоретический учет взаимодействий дальнего порядка при оценке изменения свободной энергии перехода спираль-клубок, проведенный О. Б. Птицыным (9) также приводит к сужению интервала плавления. Очевидно, что силы дальнего действия весьма существенны для полиэлектролитов, где они носят характер кулоновского отталкивания. Поскольку в нативном состоянии макромолекулы ДНК — достаточно жесткие образования, то их флюктуационное изгибание существенно затруднено. Поэтому взаимодействием дальнего порядка для нативной структуры ДНК можно пренебречь. В основе денатурации ДНК лежит тот факт, что состояние макромолекулы, в котором нуклеотиды участвуют во внутримолекулярных водородных связях, является энергетически более выгодным, тогда как клубкообразное состояние выгоднее энтропийно из-за гибкости макромолекулы. А это значит, что свободные энергии этих состояний различным образом меняются при изменении температуры. Температуре перехода T_m соответствует равенство свободных энергий двух состояний. Термодинамическая выгодность процесса плавления молекул определяется ве-

личной изменения свободной энергии при плавлении двойной спирали. Изменение свободной энергии есть

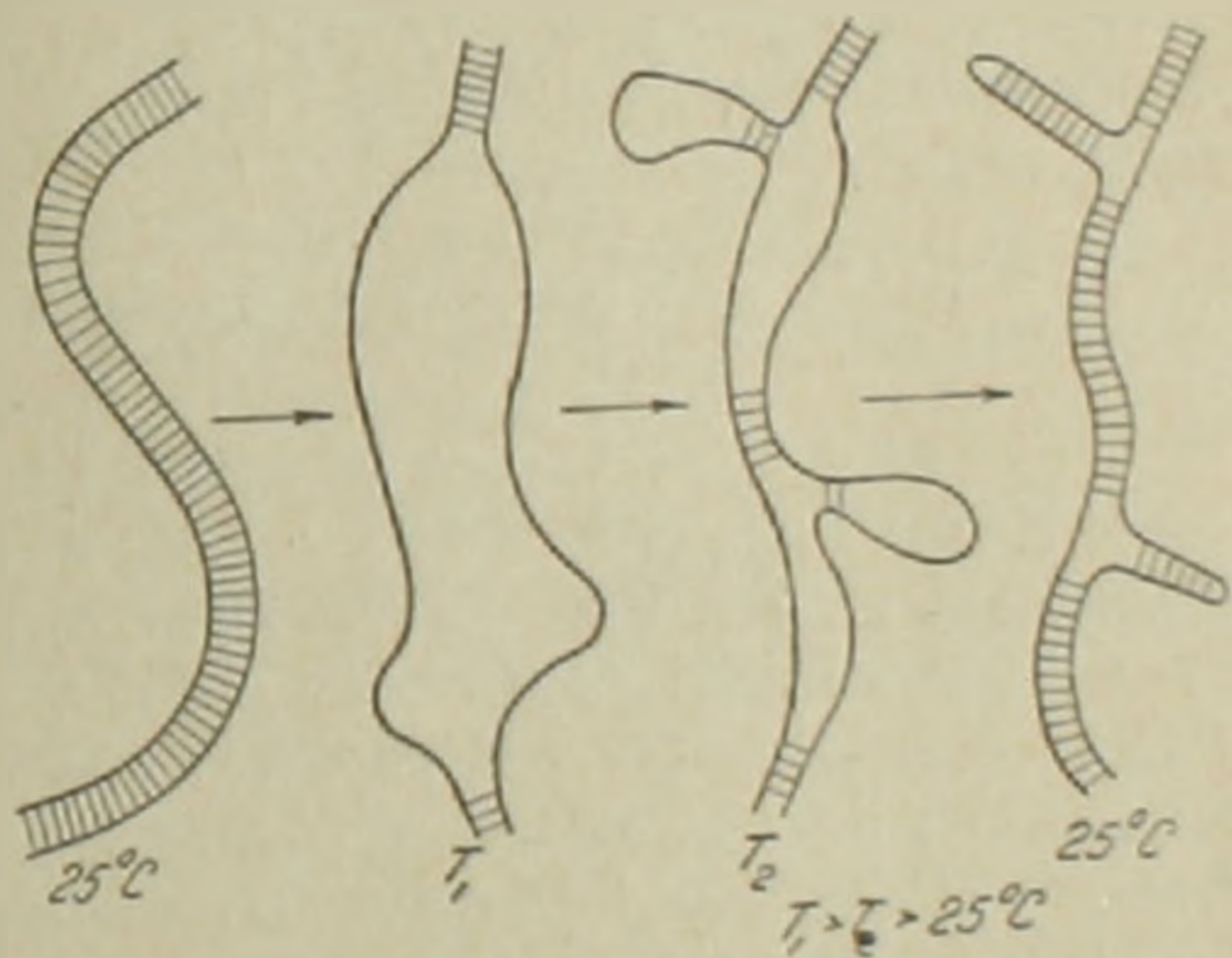
$$\Delta F = F_{\text{кл}} - F_{\text{сп}}, \quad (14)$$

где $F_{\text{кл}}$ и $F_{\text{сп}}$ — свободные энергии клубкообразного и спирального состояний. В случае, когда молекула заряжена, свободная энергия клубкообразного состояния возрастает. В то же время с достаточной точностью можно считать, что свободная энергия спирали не зависит от степени ионизации. Следовательно, по мере повышения степени ионизации молекул возрастает изменение свободной энергии ΔF , а это означает, что затрудняется процесс перехода спираль-клубок. Последнее обстоятельство должно приводить к уширению интервала плавления с уменьшением ионной силы раствора.

Наконец, хотелось бы остановиться еще на одном факте. Интервал плавления, по-видимому, зависит от режима нагревания. Более резкий (на 3—4°С) кооперативный характер перехода при непрерывном режиме нагрева можно объяснить, исходя из теории влияния сил дальнего действия на денатурацию ДНК⁽⁹⁾. При денатурации спиралей ДНК имеется температурная область, в которой полное разделение нитей молекул ДНК термодинамически невыгодно, а частичное — выгодно, т. е. денатурация проходит в два этапа. На первом этапе образуются частично денатурированные петлеобразные структуры, на втором же — происходит полное разделение цепей. При нагревании с возвратом очевидно, что когда мы находимся в температурной области, соответствующей первому этапу, то при охлаждении до 25°С в восстановленной структуре могут возникать ошибки (фиг. 3).

Образовавшиеся петли обладают большей гибкостью, чем спиральная структура. Благодаря этой гибкости некоторые части в процессе флуктуационного изгибания цепей могут сближаться. Поэтому в процессе понижения

температуры между случайными комплементарными основаниями могут образоваться водородные связи, что должно приводить к ошибкам в „восстановленной“ структуре. Вероятность возникновения таких шпильек возрастает с увеличением размеров петель, что зависит от температуры, до которой был нагрет образец. Поскольку кооперативность процесса существенно зависит от молекулярного веса ДНК при малых M , то, очевидно, что кооперативность перехода в небольших шпильках будет отличаться от кооперативности перехода основной



Фиг. 3. Схема образования ошибочных структур („шпильки“) в молекулах ДНК при охлаждении.

цепи, что должно приводить к уширению температурного интервала плавления. Следует отметить, что образование этих шпилек не может быть определено спектрофотометрически, так как число невосстановленных водородных связей очень мало по сравнению с полным числом их. Поэтому УФ-поглощение структур 1 и 4 (фиг. 3) будет практически неотличимо.

В заключении авторы приносят свою искреннюю благодарность В. И. Воробьеву и его сотрудникам за предоставление препаратов ДНК.

Вычислительный центр
Академии наук Армянской ССР и ЕрГУ

Վ. Ի. ԱՍԼԱՆՅԱՆ, Ա. Գ. ԳԱՅՐԻԵԼՅԱՆ, Ի. Ա. ՆՈՎՈՍԵԼՆԵՐ և Է. Գ. ԹՈՎՄԱՍՅԱՆ

Հուժուժի իոնական ուժի ազդեցությունը ԴՆԹ-ի ջերմային դեհո- սուցացիայի վրա

Ուսումնասիրված է Na^+ իոնների ազդեցությունը ԴՆԹ-ի հալման ջերմաստիճանի և հալման ինտերվալի վրա: Ցույց է տրված, որ հալման ջերմաստիճանը աճում է գծայնորեն իոնական ուժի լոգարիթմի աճման հետ, այսինքն ԴՆԹ-ի կայունությունը աճում է Na^+ իոնների կոնցենտրացիային զուգընթաց: Միևնույն ժամանակ հալման ինտերվալը փոքրանում է վերջինս նշանակում է, որ իոնական ուժի աճման հետ աճում է նաև պարույր-կծիկ անցման կոպերատիվության աստիճանը: Հալման կոպերատիվությունը կախված է նաև տաքացման ուժից: Հաստատված է, որ մաժուցիկությունը բավականաչափ չղայուն է ԴՆԹ-ի ստրուկտուրայի աննշան փոփոխությունների նկատմամբ:

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

¹ H. Шак, Дж. Томпсетт, J. Biol. Chem., 197, 17 (1952). ² У. Ф. Дов, Г. Девисон, J. Mol. Biol., 5, 467 (1962). ³ И. И. Аксенова, В. И. Воробьев, В. П. Кушнер, „Биохимия“, 29, 161, 1964. ⁴ П. Л. Привалов, К. А. Кафиани, Д. Р. Монаселидзе, ДАН СССР, 156, 951 (1964). ⁵ И. Тинок, J. Am. Chem. Soc., 82, 4785 (1960). ⁶ И. О. Уолкер, Biochim. Biophys. Acta, 88, 407 (1964). ⁷ М. Д. Франк-Каменецкий, ДАН СССР, 157, 187, 1964. ⁸ Б. И. Сухоруков, Ю. III. Мошковский, Т. М. Бирштейн, В. И. Лыцов, „Биофизика“, 8, 294, 1963. ⁹ О. Б. Птицын, „Биофизика“, 7, 257, 1962.

БИОНИКА

Б. С. Сотсков, чл.-корр. АН СССР, Л. С. Гамбарян и С. О. Мкртчян

К вопросу надежности мозга

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Л. Шагиняном 5 XI 1965)

Проблема построения сложных и одновременно высоконадежных радиоэлектронных систем является одной из острых проблем современной техники, и в настоящее время, наряду с применением различных способов для повышения надежности сложных систем, ищутся принципиально новые пути решения этой проблемы. Поэтому за последние годы в связи с бурным развитием бионики все больше внимания уделяется исследованию надежности мозга высших позвоночных животных и человека, поскольку живой мозг также является системой обработки информации, к тому же более сложной и надежной. Высокая надежность мозга очевидна, поскольку он десятки лет функционирует безотказно, причем в изменчивой внутренней и внешней информационной и физической среде, даже при наличии значительных повреждений в его отдельных участках.

Естественно, возникает вопрос какова и как оценивать надежность мозга и его функциональных элементов—нейронов? Количественный анализ надежности мозга в целом пока практически неразрешимая задача из-за чрезвычайной сложности его структурно-функциональной „архитектуры“, многие стороны которой остаются пока неизученными. Но имеющиеся данные современной нейрофизиологии об отдельном нейроне (нервной клетке) позволяют приблизительно оценить его надежность.

Нейрон является основным функциональным элементом мозга. Правда, в мозге имеются также глальные клетки, но в функциональном плане они, по-видимому, играют второстепенную роль. В мозге нейроны образуют различные рефлекторные аппараты, нервные анализаторные центры, нервные сети регулирования жизненных констант организма и т. д., и нейрон некоторой сети возбуждаясь или не возбуждаясь (торможение) выполняет ту или иную функцию. Поэтому в заданной ситуации вероятность проведения возбуждения нейроном в определенной степени будет характеризовать его функциональную надежность. Возбуждение нейрона имеет вероятностный характер, поскольку в данный момент на него поступает множество

подпороговых возбуждающих и тормозящих импульсов, причем флуктуируют как параметры этих импульсов, так и пороги возбуждения синапсов.

Таким образом, за критерий надежности нейрона принимается полная вероятность проведения возбуждения от синаптических контактов (входа) до концевых бляшек аксона (выхода). Рассматриваются ошибки двух видов: а) пропадание импульса (отрицательная ошибка), б) генерация ложного импульса (положительная ошибка).

Для простоты рассматривается только аксо-соматическая связь между нейронами. Процесс проведения возбуждения нейроном условно можно разделить на два последовательные этапы: 1) синаптическая передача возбуждения и генерация постсинаптического потенциала (ПСП) действия; 2) проведение по аксону генерированного импульса. Согласно современным представлениям нейрофизиологии о химическом механизме синаптической передачи возбуждения (^{1,2}), под воздействием поступающего импульса из концевой бляшки в синаптическую щель выделяется химическое вещество (медиатор), которое, проходя через щель и связываясь с хеморецепторами, деполяризует постсинаптическую мембрану клетки (сомы). Если величина деполяризации (ΔU) превышает некоторое критическое значение U_0 (порог), то возникает ПСП действия, который распространяется по аксону. При этом вероятность синаптической передачи (P_c) есть вероятность того, что $\Delta U > U_0$.

$$P_c = P(\Delta U > U_0) \text{ или } P_c = P(0 < U_0 < \Delta U).$$

Предполагая, что скорости секреции и гидролиза медиатора являются постоянными, и синаптическая щель имеет правильную форму (цилиндр), процесс выделения медиатора можно описать следующим дифференциальным уравнением:

$$\frac{dQ}{dt} + \beta VQ = \alpha US, \quad (1)$$

где Q — количество медиатора, достигшего постсинаптической мембраны и деполяризующей ее,

U — амплитуда возбуждающего импульса,

S — синаптическая поверхность бляшки,

V — объем синаптической щели ($V = Sh$),

α — скорость выделения (секреции) медиатора,

β — скорость разрушения (гидролиза) медиатора.

Решая это уравнение с начальным условием $Q(0) = 0$, получим

$$Q = \alpha US \tau \left[1 - \exp\left(-\frac{t_u}{\tau}\right) \right],$$

где t_u — длительность возбуждающего импульса,

$$\tau = \frac{1}{\beta Sh}.$$

Принимая линейную зависимость между количеством выделенного медиатора и величиной деполяризации постсинаптической мембраны получим

$$\Delta U = \gamma_2 U S \left[1 - \exp \left(- \frac{t_u}{\tau} \right) \right]. \quad (2)$$

Порог возбуждения нейрона флуктуирует во времени как из-за флуктуации частоты миниатюрных спонтанных разрядов в синапсе (2), так и из-за флуктуаций параметров физиологической среды. Если допускать, что флуктуации порога подчиняются нормальному (Гауссовому) закону распределения со среднеквадратичным отклонением σ_0 , то P_c выразится через функцию Лапласа следующей формулой

$$P_c = \frac{1}{2} \left[\Phi \left(\frac{\Delta U - \bar{U}_0}{\sigma_0 \sqrt{2}} \right) + \Phi \left(\frac{\bar{U}_0}{\sigma_0 \sqrt{2}} \right) \right], \quad (3)$$

где $\bar{U}_0$ — математическое ожидание величины порога.

Зная параметры синапсов и импульсов и подставляя в вышеприведенные формулы можно определить ΔU , а затем P_c .

Для определения вероятности аксонального проведения (P_a) за основу принимается концепция Н. Тасаки о скачкообразном проведении возбуждения по волокну (4) и мембранная теория проводимости (5,6). Предполагается, что перехваты Ранвье на волокне возбуждаются последовательно и независимо. Допуская, что флуктуации фактора безопасности (f)* подчиняются нормальному закону распределения со среднеквадратичным отклонением σ_f , можно определить вероятность (P_f) передачи возбуждения с данного перехвата к соседнему

$$P_f = P(1 < f < \infty) = \frac{1}{2} \left[1 + \Phi \left(\frac{\bar{f} - 1}{\sigma_f \sqrt{2}} \right) \right], \quad (4)$$

где $\bar{f}$ — математическое ожидание величины фактора безопасности. Принимая, что на аксоне имеются N перехватов и параметры аксона вдоль его длины не меняются, для вероятности аксонального проведения получим следующую формулу

$$P_a = (P_f)^N = \left\{ \frac{1}{2} \left[1 + \Phi \left(\frac{\bar{f} - 1}{\sigma_f \sqrt{2}} \right) \right] \right\}^N, \quad (5)$$

или, выражая $\bar{f}$ и N через параметры аксона,

$$P_a = \left\{ \frac{1}{2} \left[1 + \Phi \left(\frac{B - l}{l \sigma_f \sqrt{2}} \right) \right] \right\}^{\frac{L}{l}}, \quad (6)$$

где B — постоянная, зависящая от диаметра аксона, удельного сопротивления плазматической мембраны, возбудимости волокна и т. д.,

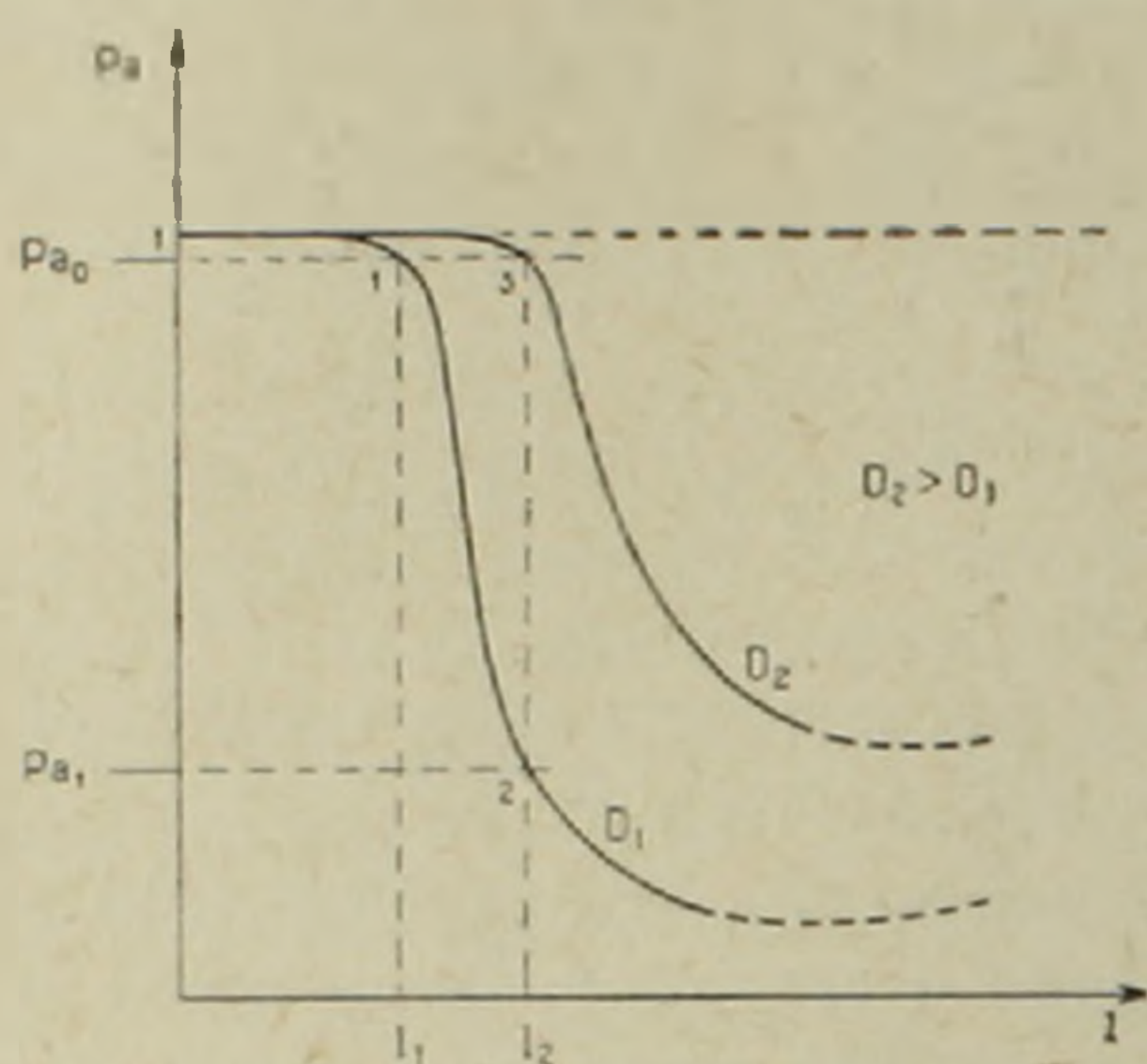
L — общая длина аксона.

l — расстояние между перехватами.

По этой формуле можно определить аксональную надежность подставляя значения параметров аксона и пользуясь таблицей для

* Фактор безопасности (f) — это отношение величины генерированного в данном перехвате импульса к порогу возбуждения перехвата (4).

функцим Лапласа. На фиг. 1 показаны кривые зависимости аксональной надежности (P_a) от межперехватного расстояния (l), построенные по формуле (6), для различных значений диаметра волокна (D). Видно, что с уменьшением l надежность волокна увеличивается. Следовательно при прочих равных условиях надежность безмиелиновых



Фиг. 1. Зависимость аксональной надежности от межперехватного расстояния (оси координат взяты в логарифмической шкале).

волокон ($l = l_n$, где l_n — ширина перехвата Ранвье) выше надежности волокон, покрытых миелиновой оболочкой.

В нейрофизиологии известно, что волокна афферентных и эфферентных путей являются миелиновыми, имеют большой диаметр (до 20μ) и чем толще аксон, тем больше межперехватное расстояние, а волокна ряда отделов центральной и периферической нервной системы тонкие и в большинстве случаев не имеют миелиновой оболочки. Эти факты можно интерпретировать на фиг. 1 следующим образом. Поскольку чем больше l , тем больше

скорость распространения импульса (это легко можно доказать), то природе понадобилось в афферентных и эфферентных путях в течение эволюции увеличить l , чтобы увеличить скорость передачи сигнала от рецепторов в центр и наоборот. С другой стороны для выживания организма необходимо, чтобы надежность волокна была не ниже некоторого допустимого значения P_{a_0} (точка 1 на фиг. 1). Но увеличение l приводит к уменьшению надежности волокна (P_{a_1} , точка 2). Поэтому, чтобы поднять надежность волокна до допустимого уровня (точка 3), природе понадобилось с увеличением l увеличить также D .

Зная P_c и P_a можно определить полную надежность нейрона. Допустим, что нейрон имеет n входов (синапсов), и для возбуждения нейрона необходимо, чтобы одновременно были возбуждены не менее Θ синапсов. Тогда вероятность возбуждения нейрона будет

$$P_n = \sum_{i=\Theta}^n C_n^i \mu^i (1-\mu)^{n-i}, \quad (7)$$

где $\mu = P_c (1 - q_-) + (1 - P_c) q_+$

q_- — вероятность отрицательной ошибки ($q_- = 1 - P_a (f \geq 1)$),

q_+ — вероятность положительной ошибки ($q_+ = P(\bar{f} < 1)$),

а полная надежность нейрона будет

$$H = 1 - q_- - P_n (q_- - q_+). \quad (8)$$

Принимая $n = 500$ и $\Theta = 20$, что вполне допустимо для мотонейронов согласно Экклсу и др., и подставляя средние значения пара-

метров синапсов и аксона мотонейрона в вышеприведенные формулы получаем: $q \approx 0,05$, $q \approx 0,01$, $\mu \approx 0,066$,

$$P_H = 1 - \sum_{i=0}^{19} C_{500}^i \mu^i (1-\mu)^{500-i} \approx 0,99 \text{ и } H \approx 0,61.$$

Учитывая погрешности вычислений можно принимать, что надежность нейрона находится в пределах $0,9 \div 0,99$.

Если сравнивать эту цифру с надежностью элементов радио-электронных систем, то станет очевидным насколько надежность нейронов низкая. Но несмотря на такую низкую надежность нейронов отдельные рефлекторные механизмы мозга, состоящие из тысячи нейронов, или мозг в целом, который имеет примерно 17 миллиардов нейронов, функционируют с надежностью, практически равной единице. То есть мозг является очень сложной и одновременно очень надежной системой, построенной из малонадежных элементов. Благодаря чему достигается это, в чем секрет надежности мозга? На этот вопрос, наряду со многими другими вопросами, намеревается отвечать бионика.

В настоящее время можно лишь отметить, что проблема надежности мозга имеет разные аспекты: структурные, функциональные и информационные, и что высокая надежность мозга обусловлена различными факторами, среди которых одним из основных является специфическая организация системы в целом.

Можно ожидать, что изучение принципов структурной и функциональной организации ЦНС и выявление основных „источников“ надежности мозга подскажут много плодотворных и полезных идей для создания сложных и одновременно надежных самоорганизующихся систем, высокая надежность которых, как и надежность мозга, является „врожденной“ благодаря их специфическим свойствам и способностям обработки информации.

Բ. Ս. ՈՍՏՈՒՈՎ, ՍՈՒՄ ԳԱ ԲԻՐԱԿԻԳ-ԱՆԳԱՄ, Է. Ս. ՂԱՄԲԱՐՅԱՆ և Ս. Հ. ԻՍԿՏՅԱՆ

Ուղեղի հուսալիությունիւ հարցի շուրջ

Հոգիածում հաշվարկում է ուղեղի ֆունկցիոնալ տարրի-նեյրոնի (նեյրոնին բջի: հուսալիությունը, որպէս հուսալիութեան չափանիշ բնորոշելով նեյրոնի կողմից սիգնալի հաղորդման լրիվ հափանականութեանը, որը բաղկացած է երկու բաղադրիչներից. ա) սինապսի (синапс) անցման հափանականութեանը, բ) ախտի (аксон) հաղորդման հափանականութեանը: Այդ հափանականութեանները հաշվելու համար հիմք են ընդունվում ժամանակակից նեյրոֆիզիոլոգիայում հայտնի զինապսում իմպուլսի անցման քիմիական մեխանիզմի տեսութեանը և ախտում զրգոման իմպուլսի թռիչքածն տարածման տեսութեանը:

ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Ն Ի Ն Ե Ր Ի Ն

- ¹ Дж. Экклс, Физиология нервных клеток, ИЛ, М., 1959. ² J. G. Eccles, The physiology of synapses, Berlin, 1964. ³ Б. Катиц, Механизм синаптической передачи, Современные проблемы биофизики, т. II, ИЛ, М., 1964. ⁴ И. Такаки, Проведение нервного импульса, ИЛ, М., 1957. ⁵ Г. Ю. Белицкий, Ионные механизмы основных нервных процессов, М., 1958. ⁶ Л. М. Чайлахян, Импедансный спайк на нерве лягушки, „Биофизика“, т. 2, вып. 5, 1957.

А. А. Галоян и Р. М. Срапионян

Об очистке коронарорасширяющего белка, выделенного
из гипоталамуса

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. Х. Бунятыном 13/VII 1965)

Одним из нас (¹) из гипоталамуса свиней и крупного рогатого скота был выделен белок, обладающий коронарорасширяющим влиянием. Ранее выделенные коронароактивные полипептиды (²) по нашему мнению не прочно связаны с данным белком.

Задачей настоящего исследования было разделение и очистка водорастворимого белка (фракция 4) с целью получения коронароактивного белка в индивидуальном виде.

Водорастворимые белки мозга были выделены и изучены электрофоретически на агар-агаре в лаборатории А. В. Палладина (³⁻⁵). Относительно водорастворимых белков гипоталамической части мозга в литературе нет данных.

Опыты были поставлены с гипоталамусами свиньи, барана, крупного рогатого скота. Извлекали мозг из только что убитых животных, готовили водный гомогенат (1:2), а затем путем центрифугирования при 9000 об/мин. получали экстракт, из которого фракционировали водорастворимые белки путем высаливания с помощью сернокислого аммония разной концентрации. В центрифугат добавляли сернокислый аммоний до 0,2 насыщения, оставляли на час при 0°С, после чего центрифугировали, полученный при этом осадок растворяли в небольшом количестве веронал-медиалового буфера, рН—8,6, а в центрифугат добавляли сернокислый аммоний для дальнейшего фракционирования при 0°С. Осадки диализовывали в течение 48 час., причем вначале против дистиллированной воды, а затем против веронал-медиалового буфера. После диализа производили лиофильную сушку и полученные порошки подвергали электрофорезу на агар-агаре. Разделение белковых веществ электрофоретическим методом на агаровом геле впервые описано Гордоном и сотрудниками (⁶), а в дальнейшем Грабаром (⁷). Оптимальные условия для разделения водорастворимых белков мозга были разработаны Н. М. Поляковой (⁸).

Готовили 3—4-процентный раствор лиофилизированного белка на веронал-медиаловом буфере, рН—8,6, с ионной силой 0,0125. В же-

лобки, вырезанные в агаровом геле, вносили 0,1—0,12 мл белкового раствора. Электрофорез длился 7 час. при градиенте потенциала 3 в/см, силе тока 0,3 МА на 1 см поперечного сечения. Пластинки после электрофореза помещали в 2-процентную уксусную кислоту, затем высушивали и окрашивали амидошварцем 10 В. Результаты электрофореза количественно оценивались как прямым денситометрическим измерением окрашенных пластинок, так и химическим методом определения количества белка в элюатах по Лоури (⁹). Вырезанные полоски агара сразу же после электрофореза помещали в центрифужные стаканы, замораживали в смеси сухого льда и ацетона и центрифугировали в течение 30 мин. при 8000 об/мин. При оттаивании агар расслаивался на твердую фазу и жидкую, состоящую из буфера и элюируемого белка, осадок агара вновь заливали веронал-медиаловым буфером до половины исходного объема, размешивали стеклянной палочкой, пока весь раствор превращался в гель. При повторном замораживании и центрифугировании геля извлекали оставшуюся часть белка. После чего всю жидкость концентрировали выпариванием при низких t , а в полученных концентратах определяли белок по Лоури (⁹) и исследовали биологическую активность в отношении коронарного кровообращения по методу Н. В. Каверинной (¹⁰).

Опыты ставились на кошках под уретановым наркозом и определяли количество крови, оттекающей из венозных сосудов сердца за единицу времени.

Вначале определяли активность белковой фракции (лиофилизированного порошка), а после ее обнаружения производили электрофоретическое разделение данной фракции, и в элюатах разделившихся фракций также определяли активность в отношении коронарного кровообращения.

После высаливания белкового экстракта сульфатом аммония, методом, описанным нами ранее (³), получены 5 фракций, из которых 4-ая белковая фракция оказалась активной в отношении коронарного кровообращения. А при более детальном высаливании белкового экстракта сернокислым аммонием по формуле

$$X = \frac{0,1 G (S_2 - S_1)}{1 - \frac{VG}{1000} \cdot S_2}$$

удалось выделить из гипоталамуса 10—13 фракций.

X — вес соли, выраженный в граммах,

S_1 — степень насыщения (предыдущая),

S_2 — степень насыщения (настоящая),

G — количество (г) сернокислого аммония в 1000 мл насыщенного раствора,

V — кажущийся удельный объем сернокислого аммония в насыщенном растворе.

В настоящей статье приводятся данные о разделении электрофорезом на агаровом геле 4-ой белковой коронароактивной фракции, выделенной первым способом (2).

Визуально на электрофореграмме обнаружены 8 фракций, из



Фиг. 1. Денситометрическая кривая растворимых белков гипоталамуса, выделенных при 0,4 насыщении сульфатом аммония.

коих 6 фракций направляются в сторону отрицательного полюса, а две — в сторону положительного полюса. Однако, при денситометрировании электрофореграмм выявляется до 14 фракций. Опыты показали, что активная фракция движется к положительному полюсу. На денситометрической кривой, изображенной на фиг. 1 ей соответствует 6, 7, 8-ая фракции. Эти

данные показывают, что выделенный нами белок является гетерогенным.

После внутривенного введения этой активной фракции кошкам через 5—6 мин. отмечается увеличение количества крови, оттекающей из венозных сосудов сердца на 100%. Этот эффект продолжается 35 мин., а через 60 мин. увеличение количества крови достигает до 200%, что продолжается в течение 1,5—2 часов и более. За весь период опыта у животных не наблюдалось заметного изменения кровяного давления.

У некоторых кошек наблюдается незначительное падение кровяного давления, но у большинства животных кровяное давление почти не изменяется. Следует отметить, что частичная очистка 4-ой белковой фракции электрофоретическим методом приводит к некоторым изменениям характерного для 4-ой фракции влияния на сердце. Таким образом, электрофоретическим методом удастся разделить 4-ую белковую фракцию на ряд белковых фракций, из которых одна является коронароактивной.

Выводы 1. Белки гипоталамуса, выделенные сернокислым аммонием в зоне 0,3—0,4 насыщения, электрофорезом на агаре делятся на 14 фракций.

2. Фракция,двигающаяся к положительному полюсу имеет коронарорасширяющее свойство.

3. После внутривенного введения кошкам элюата данной фракции количество крови, оттекающей из венозных сосудов сердца через 5—6 минут резко увеличивается и этот эффект продолжается в течение 60—90 минут. При этом кровяное давление у большинства животных не подвергается заметным изменениям.

4. Результаты опытов показали, что 4-ая белковая фракция не является гомогенной.

Институт биохимии Академии наук
Армянской ССР

**Հիպոթալամուսից անջատված պսակաձև ափսոսանքը լայնացնող
սպիտակուցի մաքրման մասին**

1964 թ. Գալոյանի կողմից հիպոթալամուսային շրջանից անջատված 1 եզել սպիտակուց, որը լայնացնում է պսակաձև անոթները: Սույն հետազոտությամբ մենք խնդիր ենք դրել էլեկտրոֆորեզի հղանակով ստանալու պսակաձև անոթները լայնացնող սպիտակուցային ֆրակցիան լաբոր ձևով:

Փորձերի արդյունքները պարզեցին, որ ակտիվ սպիտակուցը բաժանվում է 14 ֆրակցիաների, որոնցից մեկը՝ զեպի դրական բևեռ գնացողը, պսակաձև անոթները լայնացնում է:

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

¹ А. А. Галоян, ДАН АрмССР, т. 38, № 5, 305 (1964). ² А. А. Галоян, «Известия АН АрмССР», т. 16, № 1 (1963). ³ Н. М. Полякова и В. К. Лешко, Укр. биохим. журн., т. 34, № 10 (1962). ⁴ А. В. Палладин, Физиол. журн. СССР, т. 23, 727 (1947). ⁵ Н. М. Полякова и М. К. Малышева, ДАН, т. 144, 1394, (1962). ⁶ А. Г. Гордон и др., Coll. Tr. Chim. Tcheosl., 15, 1, 1950. ⁷ П. Грабар и П. Буртэн, Иммуноэлектрофоретический анализ, изд. иностр. лит., М., 1963. ⁸ Н. М. Полякова, III Всесоюзная конференция по биохимии и с. Сб. докладов под редакцией А. В. Палладина и Г. Х. Бунятына 25, 1963. ⁹ О. Г. Лоури и др., J. Biol. chem., 193, 265, 1961. ¹⁰ Н. В. Каверина, Фармакология и токсикология, 1, 39, 1958. ¹¹ Г. Нейрат и К. Бэйли, Белки, том 1, изд-во инос. лит. 1959.

В. В. Пайразян

Инфракрасные спектры хроматографических фракций битумоидов*,
экстрагированных из пород октемберянской толщи

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. С. Мкртчяном 25/XI 1965)

Геохимическое исследование рассеянного органического вещества базируется на ряде методов, позволяющих с различной степенью точности охарактеризовать состав органического вещества и его компонентов и восстановить условия его преобразования на разных стадиях существования вмещающих пород.

Инфракрасный спектр поглощения является уникальной физической характеристикой соединения и поэтому в настоящее время представляется обязательной составной частью комплексного изучения растворимой части органического вещества.

Для изучения химического состава битумоидной части органического вещества, последняя экстрагировалась из породы хлороформом в аппарате Сокслета. Экстракты разделялись на фракции методом элюентной хроматографии, а затем фракции характеризовались инфракрасными спектрами и элементарным составом. В случае малых содержаний битумоида, экстрагированного из породы, применялся микрохроматографический метод с выделением следующих фракций: масла + петролейно-эфирные смолы, спиртобензольные смолы и асфальтены.

Получено и изучено около 20 экстрактов из пород октемберянской толщи.

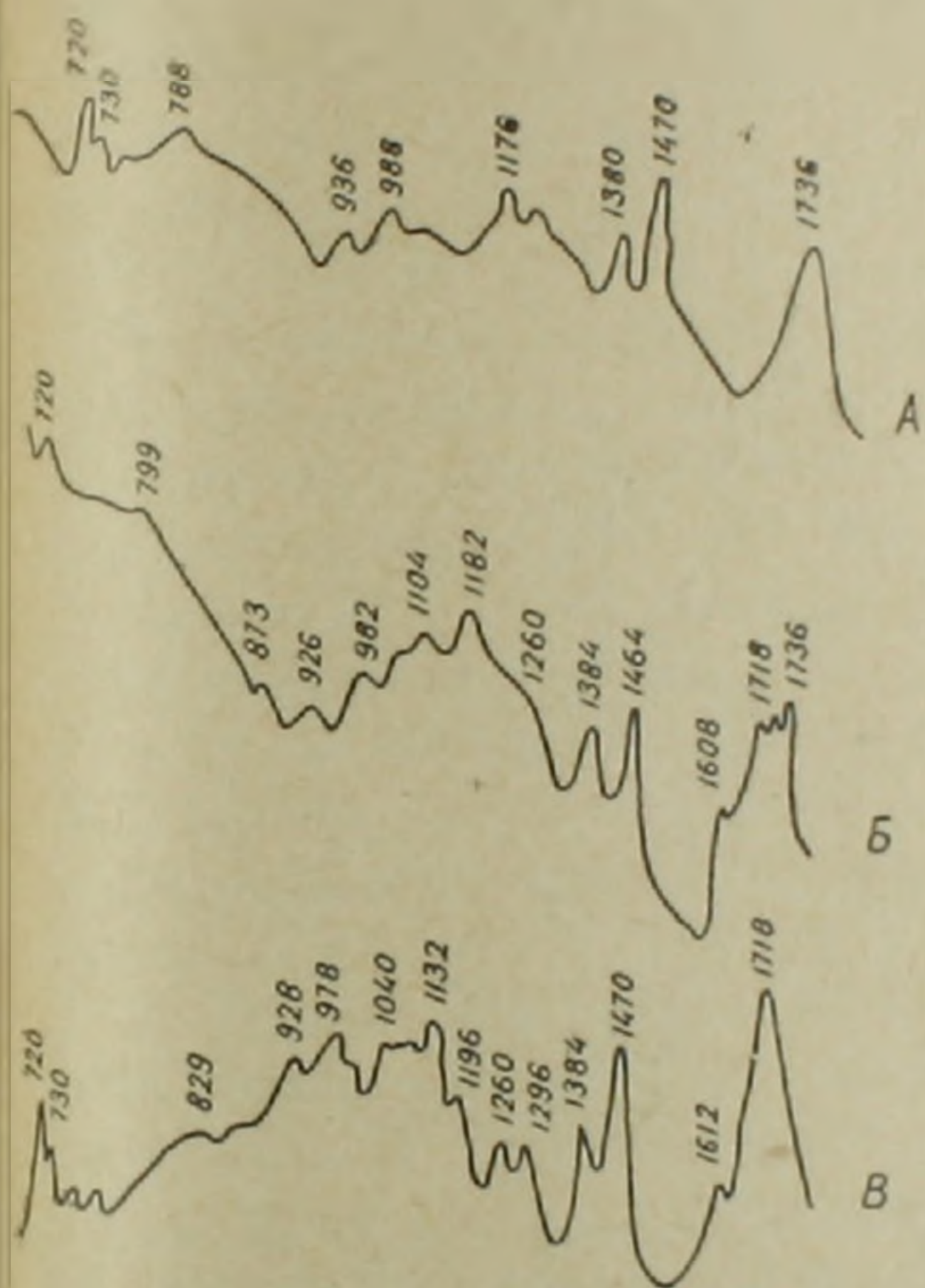
Стратиграфическое расчленение мощной октемберянской толщи представляется достаточно сложным. По микрофаунистическим, минералогическим и палинологическим данным ряд исследователей расчленяет толщу на четыре свиты, из которых нами изучено только три, так как самая верхняя первая свита почти повсеместно размыта на исследованной площади.

Инфракрасный спектр хлороформенного битумоида из пород IV свиты (фиг. 1) характеризуется разнообразием полос поглощения в диапазоне от 720 см^{-1} до 1718 см^{-1} , что свидетельствует о содержании в нем углеводородов как с открытой цепью, так и циклического строения. Полоса 720 см^{-1} дублируется полосой 730 см^{-1} , что свидетельствует о наличии в нем твердых парафинов. Наиболее четко дублет $720-$

* Под термином битумоид, предложенным Н. Б. Вассоевичем, подразумевается часть органического вещества растворимая в органических растворителях.

730 см^{-1} выражен в спектре фракции масла + петролейно-эфирные смолы.

Различные типы разветвления дают полосы в области 800—1300 см^{-1} , однако идентификация их весьма затруднительна. Полоса в области 1380 см^{-1} связана с всеерными колебаниями метиленовых групп. Интенсивность ее меньше, чем полосы 720 см^{-1} и растет с увеличением числа группы $=\text{CH}_2$. Большое количество полос поглощения в области 1000—1300 см^{-1} в спектре хлороформенного битумоида говорит о присутствии в нем углеводородных соединений типа простых и сложных эфиров. Количество полос в этой области уменьшается во фракции спиртобензольные смолы и весьма слабо выражено в спектре фракции масла + петролейно-эфирные смолы,



Фиг. 1. Инфракрасные спектры хроматографических фракций битумоидов (IV свита). А—хлороформенный битумоид, Б—фракция смол, В—фракция масел + петролейно-эфирных смол.



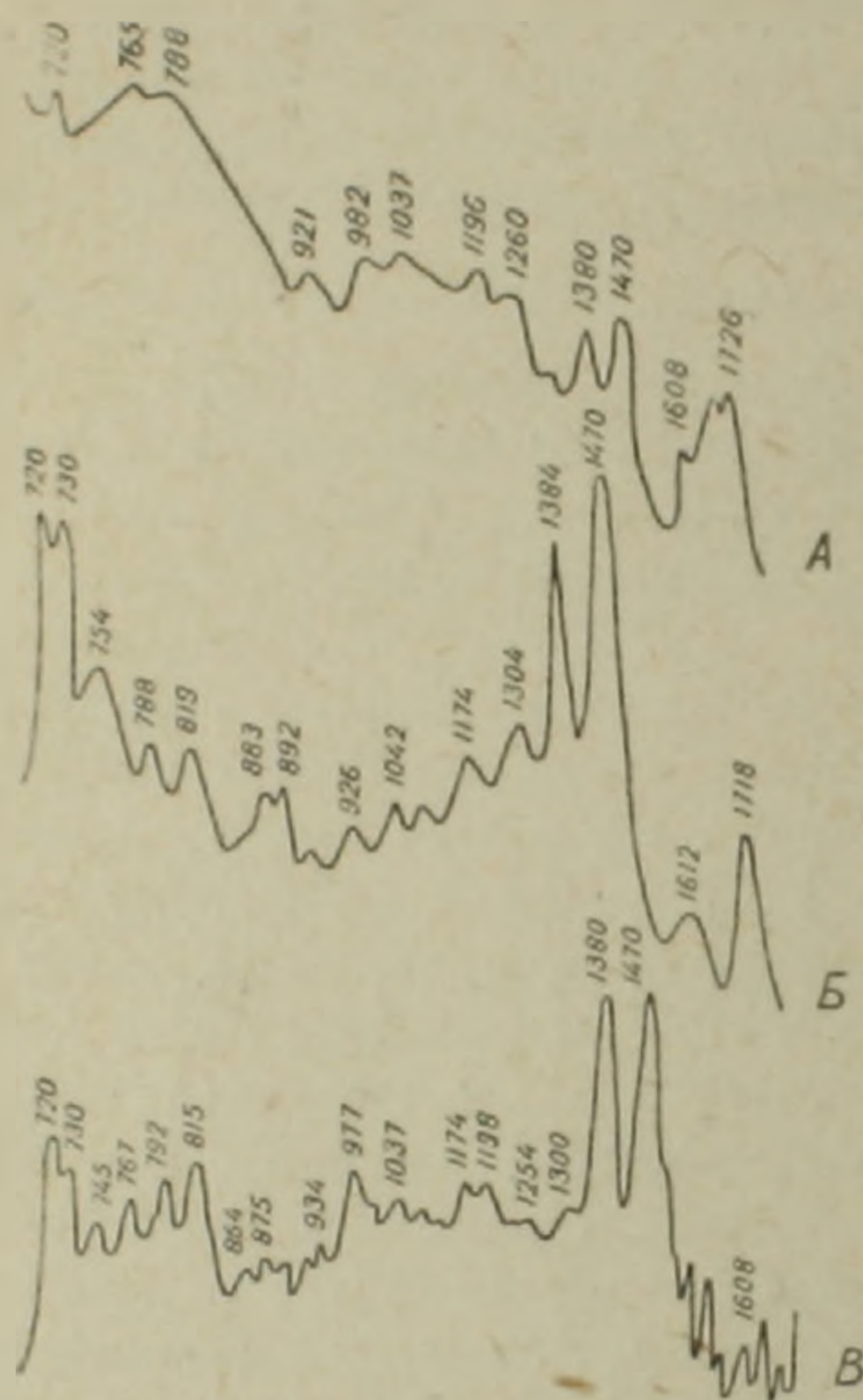
Фиг. 2. Инфракрасные спектры хроматографических фракций битумоидов (III свита). А—хлороформенный битумоид, Б—фракция масел + петролейно-эфирных смол.

Наличие слабо выраженных полос 1612 см^{-1} и 1717 см^{-1} свидетельствует о присутствии структур, сопряженных с карбонильной группировкой.

Углеводородная фракция, выделенная из сборного образца пород IV свиты, составила около 40% битумоида; ее элементарный состав: С—85,90%, Н—13,67%, сумма О+Н+S—0,43%.

Битумоид, экстрагированный из пород вышележащей III свиты, составил 4% в пересчете на $\text{C}_{\text{орг}}$.

В инфракрасном спектре хлороформенного битумоида (фиг. 2) проявляется большое разнообразие полос поглощения, что говорит о присутствии в нем разного типа углеводородных структур. В спектре фракции спиртобензольные смолы наиболее четко проявляется область, характеризующая присутствие гетероатомных групп (диапазон $1474-1736\text{ см}^{-1}$), которые представлены карбонилем и возможно группировкой простого эфира. Несколько менее интенсивно проявляется дублет $720-730\text{ см}^{-1}$, свидетельствующий о присутствии твердых парафинов.



Фиг. 3. Инфракрасные спектры хроматографических фракций битумоидов (II свиты). А—хлороформенный битумоид, Б—фракция смол, В—фракция масел + петролейно-эфирных смол.

В спектре фракции масла + петролейно-эфирные смолы гетероатомные структуры фиксируются слабо. Очень четко проявляются структуры метанового и изометанового рядов, среди которых есть и твердые парафины—полосы 720 см^{-1} и 730 см^{-1} проявляются наиболее интенсивно. Судя по многообразию полос поглощения в области $750\text{ см}^{-1}-1000\text{ см}^{-1}$, возможно наличие нафтеновых структур, а также моно- и бициклических ароматических углеводородов.

Углеводородная фракция, выделенная из сборного образца пород III свиты составила около 45% битумоида; ее элементарный состав: С—85,72%, Н—13,92%, О+Н+S—0,46%.

Песчано-глинистые породы вышележащей II свиты сильно битуминозны. Количество органического вещества в них, судя по средним значениям $C_{орг.}$, составляет 1,51%. В преобладающем большинстве слу-

чаев глинистые породы II свиты содержат хлороформенный битумонд в количестве 0,02%—0,04% на породу.

При сравнении инфракрасного спектра хлороформенного битумонда с спектрами фракции масел и спиртобензольных смол (фиг. 3) можно наблюдать увеличение интенсивности полос поглощения в областях, характеризующих углеводородные структуры четанового ряда и уменьшение — в областях, характеризующих присутствие моно- и бициклических ароматических углеводородов.

Полоса 720 см^{-1} , слабо выраженная в спектре хлороформенного битумонда, становится более интенсивной и дублируется полосой 730 см^{-1} в инфракрасных спектрах фракции спиртобензольные смолы и масла + петролейно-эфирные смолы. Дублет $720\text{—}730\text{ см}^{-1}$, интенсивно выраженный во фракциях масел и смол вызывается, очевидно, появлением в них твердых парафинов. В то же время полоса 1718 см^{-1} в спектре хлороформенного битумонда, дублированная полосой 1726 см^{-1} и характеризующая присутствие углеводородов, содержащих карбонильную группу в спектре фракции спиртобензольные смолы не дублируется, а в спектре фракции масла + петролейно-эфирные смолы не фиксируется. Если карбонильная группа расположена между двумя метиленовыми группами, то валентные колебания $\text{C}=\text{C}$ связей приводят к появлению полос поглощения в области $1725\text{—}1706\text{ см}^{-1}$.

Полоса 1380 см^{-1} , отвечающая симметричным колебаниям C—H связей метильных групп, весьма слабо выраженная в спектрах хлороформенного битумонда и четко в спектрах масел и спиртобензольных смол, служит для установления наличия CH_3 -групп в углеводородных соединениях. Интенсивность полосы увеличивается с увеличением числа метильных групп.

В области 1460 см^{-1} наблюдается полоса поглощения, соответствующая асимметричным колебаниям C—H связей в метильных группах; перекрываемая поглощением метиленовых групп в этой же области (полоса 1470 см^{-1}). В спектрах высокомолекулярных n-парафинов колебание метильной группы может проявиться в виде перегиба на краю метиленовой полосы.

На графиках приведенных спектров, во всех трех фракциях проявляются слабо выраженные полосы поглощения в области $1200\text{—}800\text{ см}^{-1}$, характеризующие валентные колебания C—C связей, однозначная идентификация с помощью которых представляется достаточно затруднительной (¹).

Углеводородная фракция, выделенная из одного усредненного образца пород II свиты, составила около 48% битумонда; ее элементарный состав $\text{C—}86,16\%$, $\text{H—}13,40\%$, $\text{O+N+S—}0,41\%$.

Таким образом, изучение химического состава рассеянного органического вещества и битумонда пород октябрьянской толщи показывает, что смесь автохтонных и аллохтонных битумондов содержит до 50% масляной фракции, состоящей, в основном, из углеводородов. Как показали инфракрасные спектры, микронефть, экстрагированная из по-

род октемберянской толщи (из скв. 7-к и 23-к) по сути дела представляет собой микроскопление парафино-нафтенных углеводородов с незначительной примесью ароматических соединений.

Породы октемберянской толщи по своим битумопродуцирующим свойствам должны быть отнесены к разряду перспективно-нефтепродуцирующих и при благоприятных литолого-структурных условиях с ними могут быть связаны значительные скопления нефти и газа.

Институт геологических наук
Академии наук Арийской ССР

Վ. Վ. ՊԱՅՐԱԶՅԱՆ

Հոկտեմբերյանի շերտախմբի ապառներից էքստրակցված բիտումոիդների խոռմասագրաֆիական փրակցիաների ինֆրակարմիր սպեկտրները

Կլանման ինֆրակարմիր սպեկտրը հանդիսանում է միացությունների ֆիզիկական հատկանիշների բնորոշ արգասիք և այդ պատճառով նրա ուսումնասիրությունը կազմում է ցրված որդանական նյութի բազմակողմանի զննման հիմնաքարը:

Հոկտեմբերյանի շերտախմբի ապառների օրգանական նյութի և բիտումոիդի քիմիական կազմի ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ ավտոխտոն և ալլոխտոն բիտումոիդների խառնուրդը սլարուիակում է մինչև 50% յուղային ֆրակցիա, որը հիմնականում կազմված է ածխաջրածնից:

Ինչպես ցույց տվեցին ինֆրակարմիր սպեկտրների ուսումնասիրությունները, Հոկտեմբերյանի շերտախմբի ապառներից էքստրակցված միկրոնավթը հանդիսանում է պարաֆին-նեֆթենային ածխաջրածինների միկրոկուտակումներ, արոմատիկ միացությունների աննշան քանակությամբ:

Հոկտեմբերյանի շերտախմբի ապառները իրենց քիտումածին հատկանիշներով պետք է դասվեն հեռանկարային-նավթածին խմբին, իսկ նպաստավոր լիթոլոգո-ստրուկտուրային պայմաններում նրանց հետ կարող են կապված լինել նավթի և գազի որոշակի կուտակումներ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. Кросс, Введение в практическую инфракрасную спектроскопию, перевод с англ., ИЛ, 1961.

ГЕОЛОГИЯ

И. Г. Магакьян, академик АН Армянской ССР

Армения в системе центрального Средиземноморья
 (Представлено 17/III 1966)

Средиземноморский орогенический и металлогенический пояс альпийского возраста прослеживается в близширотном направлении почти на 15 000 км при средней ширине в 500 км от Пиренейского полуострова и Северной Африки на западе до Индонезии включительно на востоке.

Под центральным Средиземноморьем мы условимся понимать отрезок этого пояса, включающий Балканы, Анатолию, Кавказ с Закавказьем, Армянское нагорье и Иран, геологическое строение и металлогения которых имеют много общего.

Автор в течение почти 25 лет изучал геологию и, главным образом, металлогению—условия образования и закономерности размещения рудных месторождений советской части Армянского нагорья и этим вопросам посвящен представленный доклад; в порядке сравнения с детально изученной областью, по литературным источникам, приводятся данные по соседним территориям—Балканам (по А. Циссарцу, И. Костову, В. Петрашеку и др.), Анатолии и турецкой части Армянского нагорья (по С. Тромпу, Э. Лану, Г. Борхерту, Э. Эжерану, П. Арни и др.), Ирану, (по Ж. Ладаму, Э. Дилу, Г. Рибену и др.).

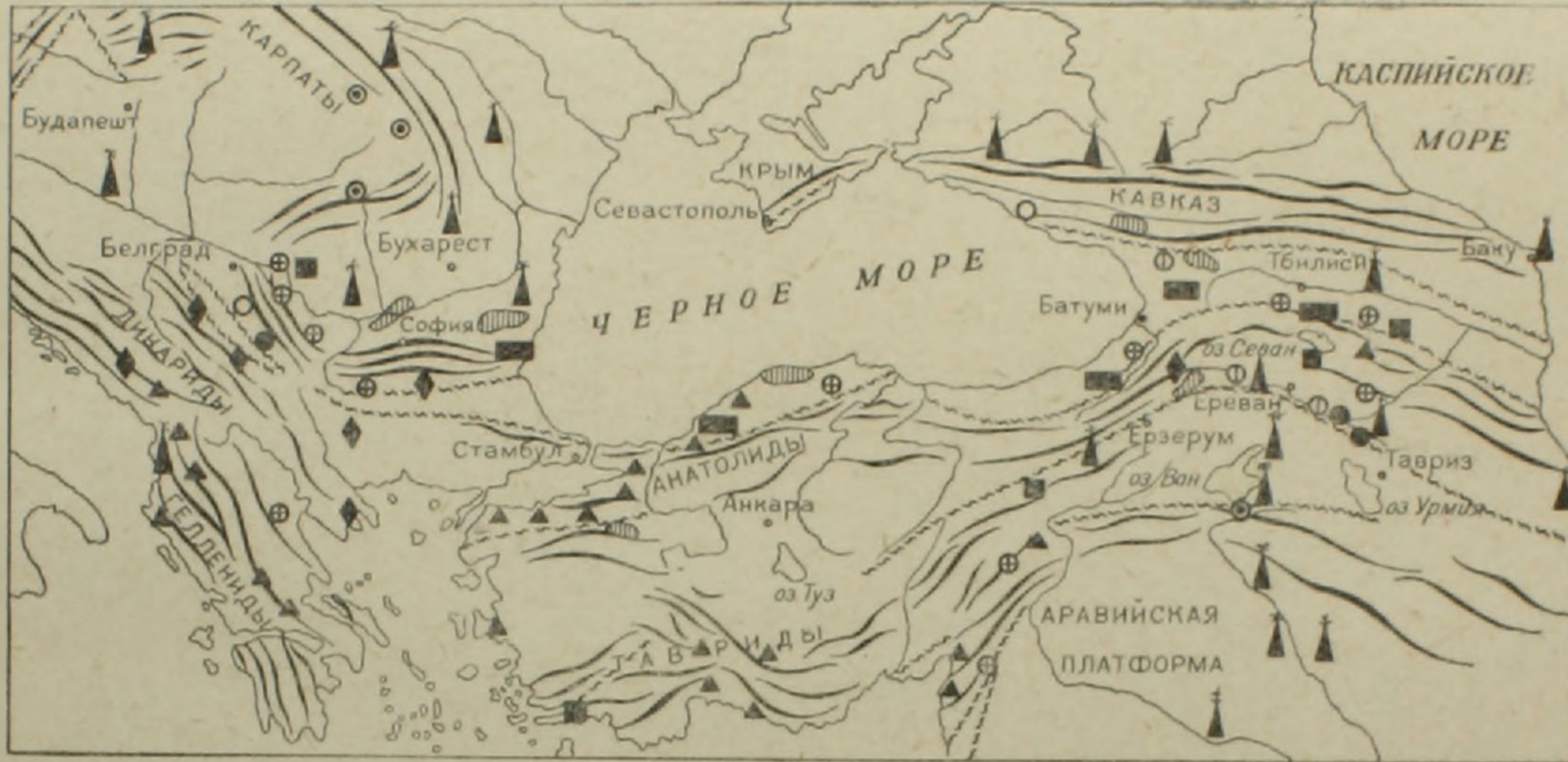
Ниже остановимся, в основном, на вопросах о времени и условиях образования, источнике металлов, глубинах формирования и вертикальном размахе, широко развитых в центральном Средиземноморье гидротермальных месторождений.

В пределах рассматриваемой области (фиг. 1) интенсивно проявились процессы накопления и последующей складчатости мощных толщ мезо-кайнозойского возраста, имело место внедрение гранитоидов и гипербазитов, с которыми связана разнообразная минерализация. В развитии металлогении области выделяются две эпохи—киммерийская (J_2 — Cr_1) и альпийская (Cr_2 — Q), протекавших в несколько этапов, обособившихся в пространстве.

Киммерийская металлогения развивалась в два этапа:

Ранний этап выражен мощной вулканогенно-осадочной толщей юрского возраста, представленной чередованием покровов порфиритов и кератофиров, их туфов, туфобрекчий с мергелями, известняками, проваренными небольшими субвулканическими штоками кварц-порфиров

Схема центрального Средиземноморья



- Главные складки } по Р Штаубу и
 - - - - - Главные зоны разлома } по Махачеку
- Главные рудные месторождения
- | | | |
|-----------------------------|---|----------------|
| ▲ Хромит | ⊕ Медь | ⊙ Золото |
| ■ Железо | ● Медь-молибден | ○ Сурьма-ртуть |
| ▬ Марганец | ◆ Свинец-цинк | ⊖ Мышьяк |
| ▨ Камменноугольные бассейны | ▲ Месторождения и проявления нефти и газа | |

альбитофиров предверхнеюрского возраста (К—Аг методом определен абсолютный возраст 140 млн. лет).

В очень тесной пространственной и, по-видимому, генетической связи с этими субвулканическими интрузиями находятся колчеданные, главным образом медные, а также серноколчеданные и барито-полиметаллические месторождения Малого Кавказа—Алавердская группа, Ксдабек, Чирагидзор, Кафан и др.

Общность источника субвулканических интрузий и колчеданных руд доказывается геохимическим их родством, совпадением возраста и фаций глубинности, районов развития тех и других.

К раннему же этапу киммерийской металлогении относится внедрение части гипербазитовых интрузий Анатолии и Балкан, возраст которых верхняя юра, а оруденение представлено крупными концентрациями хромитовых руд среди дунитов и перидотитов.

Средний этап развития киммерийской металлогении выражен внедрением гипабиссальных гранитоидных интрузий нижнемелового возраста, с которыми генетически связаны скарновые месторождения магнетитовых руд (Дашкесан и др.) и гидротермальные месторождения кобальта, меди, золота, свинца, цинка и барита.

Альпийская металлогеническая эпоха развивалась в три этапа:

Ранний этап, охвативший интервал времени верхний мел—эоцен проявился широко на Балканах, в Анатолии и Армянском нагорье и выражен в накоплении мощных вулканогенно-осадочных толщ порфиров, их туфов, туфобрекчий и мергелей; эти толщи прорваны субвулканическими штоками порфиров, дацитов и андезитов верхнеэоценового возраста (абсолютный возраст 40—50 млн. лет), с которыми тесно связаны месторождения колчеданных руд Балкан (Бор, Майдашек и др.), Анатолии (Дзансул, Кварцхана и др.), Малого Кавказа (Маднеули, Тандзут, Чибухлы).

Примерно в это же время и в тех же областях формируются месторождения кристаллических марганцевых руд вулканогенно-осадочного генезиса, подчиненных эффузивно-осадочным толщам верхнего мела, эоцена и олигоцена (?). Среди месторождений марганца этого типа заслуживают упоминания Эрегли, Картла и Кевуль в Анатолии, Панагуириште, Добра Надежда и Победа в Болгарии, Молла-джали, Саригюх, Тетри-цхаро, Сваранц и др. на Малом Кавказе.

С ранним же этапом связано внедрение вдоль глубинных региональных разломов большей части гипербазитов Балкан, Анатолии, Малого Кавказа, с которыми связаны месторождения хромита.

Средний этап альпийской металлогении выражен интрузиями гипабиссальных умереннокислых гранитоидов, которые внедрялись в несколько фаз в интервале времени от верхнего эоцена до олигоцена—миоцена (абсолютный возраст 40—20 млн. лет).

В тесной пространственной и генетической связи с гранитоидами находятся собственномагматические, скарновые и гидротермальные месторождения железных руд, а также многочисленные месторождения мед-

но-молибденовых, полиметаллических и золото-сульфидных руд, широко развитых на Балканах, в Анатолии и Закавказьи.

Конечный этап завершает металлогеническое развитие области, протекает в мио-плиоцене; вдоль наиболее поздних разломов, секущих ранее сформированные структуры, внедряется серия малых близповерхностных интрузий, главным образом умереннокислого состава, с которыми связаны низкотемпературные месторождения золото-теллурической формации, сурьмы и ртути, реальгар-аурипигментовых руд. Месторождения этих руд широко развиты на Карпатах и Балканском полуострове, известны также в Анатолии, Армянском нагорье и на Малом Кавказе.

Источником всех металлов скарновых и гидротермальных месторождений, несомненно, являются гранитоиды мезо-кайнозойского возраста, что подтверждается:

1. Тесной пространственной связью месторождений с гранитоидными массивами, вокруг которых расположены месторождения.
2. Совпадением возраста и фаций глубинности интрузивов и месторождений.
3. Геохимическим родством интрузивов и руд.

По глубинности формирования интрузивов и связанных с ними месторождений выделяются две группы:

А. Гипабиссальные гранитоиды и связанные с ними месторождения умеренных глубин—скарновые железорудные, гидротермальные медно-молибденовые, полиметаллические, золото-сульфидные и

Б. Субвулканические малые интрузии умереннокислого состава и связанные с ними месторождения малых глубин—колчеданные, марганцевые, золото-теллурические, сурьмяно-ртутные, реальгар-аурипигментовые

Что касается вертикального размаха оруденения, то данных по этому вопросу пока недостаточно; для обеих групп месторождений отдельными скважинами установлено продолжение оруденения до глубин 500—700 м, причем важно подчеркнуть, что содержание на глубоких горизонтах таких металлов как железо, молибден и золото значительно выше, чем на верхних горизонтах.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

2. 4. ՄԱՂԱՔՅԱՆ, Հայկական ՍՍՌ-ի Ա ակադեմիկոս

Հայկական լեռնաշխարհի կենտրոնական միջերկրածովային սիսեմում

Միջերկրածովային սիսեմի կենտրոնական մասի տակ մենք հասկանում ենք այդ գոտու մի մասը, որը բնորոշվում է Բալկանները, Անատոլիան, Կովկասը ու Անդրկովկասը, Հայկական լեռնաշխարհը և Իրանը, մարզեր, որոնք ունեն շատ նման մետաղածնային գծեր:

Քննարկվող մարզի սահմաններում կուտակվել են հզոր հրաբխա-նստվածքային մեգակայնոզոյան հասակի հաստվածքներ, որոնք ենթարկվել են կիմերյան ու ալպիական ծալքավորման և հատված են նույն հասակի գրանիտոիդներով ու գիպերրադիտներով:

Կիմերյան հանքանյութային զարգացել է երկու փուլերում՝ վաղ, որի համար բնորոշ են մինչև J_2 (140 մլն. տ.) ալթիտաֆիրներ կուլչիզանային հանքավայրերով, ինչպես նաև գիպեր-

բաղաձոր քրոմիտով: Միջին Cr_1 գրանիտոիդներով սկարնային Fe ու հիդրոթերմալ Co , Cu , Au , $Pb-Zn$, Ba հանքավայրերով:

Այսպիսի հանքայնացումը զարգացել է երեք փուլերում՝ վաղ (Cr_2-Eoc) կոլչեդանային հանքայնացումով, նաև քրոմիտով: Միջին փուլը Eoc_1-Mic_1 (40-20 մլն. տ.) գրանիտոիդներով և նրանց հետ կապված $Cu-Mo$, $Pb-Zn$, Au , Fe հանքավայրերով: Վերջին փուլը, ներկայացված սլիոցենի հասակի էպիթերմալ $Au-Te$, $Sb-Hg$, As հանքավայրերով: Ըստ առաջման խորությունների անջատվում են:

Ա) Հիպարիսալ գրանիտոիդներ ու նրանց հետ կապված միջին խորությունների հանքավայրեր՝ սկարնային Fe , հիդրոթերմալ $Cu-Mo$, բազմամետաղային, Au — սուլֆիդային և

Բ) Սուրվուկանիկ փոքր ինտրուզիաներ ու նրանց հետ կապված փոքր խորությունների հանքավայրեր՝ կոլչեդանային, մանգանի, $Au-Te$, $Sb-Hg$, As (ոեալգար-աուրիպիգմենտային):

ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Г. К. Габриелян

К вопросу образования речных террас в Армянской ССР

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР А. А. Габриеляном 3/XII 1965)

В Армянской ССР подробное исследование речных террас началось с 30-х годов текущего столетия. К. Н. Паффенгольц (^{1, 2}), принимая классическую теорию террасообразования Дэвиса и заимствуя альпийскую хронологию А. Пенка, считает, что за весь четвертичный период в Армении произошло пять циклов эрозии и что каждый цикл оставил свою террасу одинаковой по всем речным долинам относительной высоты. Эта концепция явилась основой для стратиграфического расчленения различных четвертичных отложений, в частности лавовых покровов, и прослеживается во многих его работах.

Террасообразование в Армянской ССР освещалось в работах Б. Л. Личкова (³), Н. В. Думитрашко (^{4, 5}), А. Т. Асланяна (⁶), С. П. Баляна (⁷), Е. Е. Милановского (⁸) и др. Следует отметить, что многие исследователи вслед за К. Н. Паффенгольцем повторяли его мысли и в большинстве случаев корреляцию террас производили по их относительной высоте.

Наши исследования за последние 15 лет приводят нас к выводу, что в условиях растущей горной страны циклическая теория террасообразования Дэвиса (⁹) несправедлива и относительная высота террас не может быть критерием для их корреляции.

Анализ продольных профилей некоторых больших рек Армянской ССР (Ахурян, Касак, Раздан, Дзорагет-Дебед, Агстев, Арпа, Воротани) показывает, что все они ступенчаты. На всех изученных нами реках имеются местные базисы эрозии, которые препятствуют регрессивной эрозии. При понижении главного базиса эрозии в приустьевой части образуется соответственная терраса, однако выше местного базиса эрозии колебания главного базиса не могут фиксироваться террасами до тех пор, пока не будет ликвидирован местный базис эрозии. Итак, все колебания главного базиса эрозии останутся безрезультатными в среднем и верхнем течении рек при наличии местных базисов эрозии и в данном случае теория Дэвиса неприемлема.

Исследование неотектонических движений междуречья рр. Кури и Аракс рядом тектонистов показывает, что вертикальные движения земной коры были дифференциального характера. Эту точку зрения ныне поддерживают почти все геологи. Даже в пределах одного речного

бассейна движения могут быть самого различного характера и темпа. Следовательно, глубина эрозионного вреза должна быть самая различная. Одновозрастная терраса в разных частях долины реки окажется на самой различной высоте. Одинаковая относительная высота террасы в двух соседних бассейнах рек скорее показывает их различный возраст, чем одновозрастность.

Далее, сторонники циклической теории Дэвиса в образовании речных террас недооценивают гидрологический фактор. Они полагают, что при одинаковом темпе тектонического поднятия высота речных террас должна быть одинаковой. Между тем глубина эрозионного вреза зависит не только от амплитуды тектонического поднятия, но и гидрологических характеристик потока, в частности от расхода воды рек, что часто игнорируется. Например по Лорийскому лавовому плато текут р. Дзорaget и ее приток Гергер. Глубина каньона р. Дзорaget намного больше, чем у р. Гергер, так как у первой расход воды значительно больше. Если при корреляции за основу взять относительную высоту террас, то выходит, что лавовые террасы у р.р. Дзорaget и Гергер разновозрастны, между тем эти каньоны пропилены в единой лавовой толще. Можно привести очень много подобных примеров, когда в силу различных гидрологических характеристик потоков в одной и той же толще реки образовали террасы различной высоты, которые имеют одинаковый возраст.

Весьма наглядным является террасообразование на озере Севан на глазах одного поколения человека. За последние три десятилетия уровень озера спущен на 17 метров, вследствие чего реки впадающие в озеро стали углублять свое ложе. Наши наблюдения показывают, что при одинаковом спущении базиса эрозии реки образовали террасы самой различной высоты: р. Аргичи—8 м; р. Гаварагет—4,5 м; р. Дзыкнагет—4 м, р. Личк—3 м; два безымянных ручейка у с. Мартуни—1—2 м и др. (по состоянию 1964 г). Эти различия вызваны в силу различных гидрологических характеристик потоков. Очевидно, что такая же картина характерна также и для других рек междуречья р.р. Кура и Аракс.

Исследование террасообразования на реках, впадающих в оз. Севан показывает также, что глубина вреза рек значительно меньше, чем опускание базиса эрозии, т. е. темп глубинной эрозии меньше темпа понижения базиса эрозии. Такая картина наблюдается и в других районах междуречья р.р. Кура и Аракс, где темп неотектонических движений значительно больше темпа глубинной эрозии. Ярким доказательством этому служит ступенчатость продольных профилей рек, наличие местных базисов эрозии являющимися результатами блоковых поднятий.

Резюмируя можно сделать заключение о том, что циклическая теория террасообразования несправедлива в условиях такой растущей горной страны, как междуречье р.р. Кура и Аракс. В горной стране, с дифференциальными неотектоническими движениями и с различными гидрологическими характеристиками водных потоков, относительная высота речных террас никак не может быть критерием для их корреляции.

**Հայկական ՍՍՌ գեոլոգիական զոնալիզացիայի առաջացման
հարցի շուրջը**

Հենվելով գետային դարավանդների ստեղծման Դևիսյան ցիկլային տեսության վրա Կ. Ն. Պաֆենգոլցը 30-ական թվականներին տվեց Հայկական ՍՍՀ գետային դարավանդների առաջացման սխեման, համաձայն որի յուրաքանչյուր տեկտոնական բարձրացման հաջորդում խորքային էրոզիա գետի ամրոգչ երկարությամբ, երկայնակի պրոֆիլի մշակման նոր էտապ Կ. Ն. Պաֆենգոլցը ընդունելով Ա. Պենկի Ալպերի նկատմամբ մշակած ժամանակադրական սխեման գտնում է, որ Հայկական ՍՍՌ-ում գետերը ունեցել են խորքային էրոզիայի 5 ցիկլ, առաջացրել են 5 դարավանդներ, որոնք բոլոր գետահովիտներում ունեն նույն հարաբերական բարձրությունը: Հետագայի ուսումնասիրողներից շատերը հետևելով Կ. Ն. Պաֆենգոլցին, գետային դարավանդների կոոնվյացիան կատարում են նրանց հարաբերական բարձրության հիման վրա:

Վերջին 15 տարվա ընթացքում կատարած մեր ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ Հայկական ՍՍՌ գետերի երկայնակի պրոֆիլը աստիճանաձև տեսք ունի, նրանց վրա շատ են տեղական էրոզիոն բազիսները, որոնց շնորհիվ գլխավոր էրոզիոն բազիսի տատանումները չեն կարող անդրադառնալ գետերի միջին և վերին հոսանքների խորքային էրոզիայի վրա: Այսպիսով Դևիսի ցիկլային տեսությունը կիրառելի չէ աճող լեռնային երկրի դարավանդների առաջացման մեջ:

Դիֆերենցիալ բարձրացումներով օժտված լեռնային երկրներում տարբեր հիդրոլոգիական բնութագրություններ ունեցող գետերը տարբեր խորության գետահովիտներ են ստեղծում և նույն հասակի դարավանդները ունենում են տարբեր բարձրություններ: Հետևաբար, հարաբերական բարձրությունները չեն կարող դարավանդների կոոնվյացիայի չափանիշ լինել:

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

- ¹ К. Н. Паффенгольц, Стратиграфия четвертичных лав Восточной Армении. Зап. Рос. мин. общ., ч. LX, 1931, № 2. ² К. Н. Паффенгольц, Четвертичные отложения Армянской ССР в кн. Геология Армянской ССР, т. II, Изд. АН АрмССР, Ереван, 1964. ³ Б. Л. Личков, К характеристике геоморфологии и стратиграфии Алагеза, Алагез потухший вулкан Армянского нагорья, Тр. СОПС СССР, сер. Закавказ., т. I, вып. 3, 1931. ⁴ Н. В. Думитрашко, Основные этапы развития рельефа юго-восточной части Малого Кавказа, Тр. IV геоморф. конф. по изуч. Кавказа и Закавказья, Ереван, 1957. ⁵ Н. В. Думитрашко, Современные речные долины и террасы в кн. Геология Армянской ССР, т. 1, Ереван, 1962. ⁶ А. Т. Аслanian, Региональная геология Армении, Ереван, 1958. ⁷ С. П. Балян, Морфологический анализ новейших тектонических движений Армении, Мат. Всесоюзн. совещ. по изуч. четверт. периода, т. II, изд. АН СССР, М., 1961. ⁸ Е. Е. Малиновский, Основные черты развития центральной части Малого Кавказа в плиоцене и антропогене, Тр. ком. по изуч. четвертичного периода, вып. XIII, 1957. ⁹ В. М. Дэвис, Геоморфологические очерки, Изд. ИЛ, М., 1962.

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

А. Г. Казарян и Г. А. Казарян

О возрастном разрыве между образованием метасоматитов и оруденением в Шамлугском рудном поле Армянской ССР

(Представлено академиком АН Армянской ССР К. Н. Паффенгольцем 27/X 1965)

Как уже отмечалось (^{1,2}), на месторождениях колчеданной формации существует резкий разрыв во времени между образованием вторичных кварцитов и оруденением*, основанном на следующих геологических фактах:

частом пространственно обособленном размещении метасоматитов и оруденения; экранировании оруденения во вторичных кварцитах дорудными нарушениями послеверхнеюрского возраста; пересечении метасоматитов и указанных дорудных нарушений габбро-диабазовыми дайками, возраст которых древнее оруденения (³).

Высказывалась необходимость проверить эти выводы другими методами исследований (²).

В последнее время в Лаборатории радиогеологии и геохронологии ИГН АН Армянской ССР исследовано большое количество образцов пород Шамлугского рудного поля, отобранных Г. А. Казаряном, Г. П. Багдасаряном, Э. М. Налбандяном, Г. А. Мирзояном, результаты изучения которых частично опубликованы (⁴) и в комплексе подтверждают вышеотмеченные выводы.

Методика исследований при определении абсолютного возраста кали-аргоновым методом, изложена в работах Г. П. Багдасаряна и др. (^{4,5}).

На других колчеданных месторождениях Армянской ССР возможность применения «радиологической съемки» несколько ограничена, так как в дорудных диабазах, как и в относительно свежих вмещающих породах содержание K_2O незначительное.

Геологическая обстановка Шамлугского рудного поля такова: низы разреза представлены диабазовыми и различными андезитовыми порфиритами (Дебедачайская свита), которые выше переходят в слож-

* Впервые эта точка зрения высказана А. Г. Казаряном по месторождению Ахтала на сессии по закономерностям размещения медно-колчеданных и медно-порфировых месторождений в 1960 г. в г. Москве.

ный комплекс вулканогенных образований, представленных лавами, ла-
вобрекчиями, вулканическими брекчиями, туфобрекчиями, лапиллевы-
ми туфами преимущественно среднего и кислого состава (Кошабер-
ская свита). На размытой поверхности перечисленных свит залегают
породы «рудонесной свиты», представленные альбитофирами* и их
брекчиями.

Наиболее древними фаунистически охарактеризованными породами
рудного поля является комплекс осадочных пород (грубозернистые пес-
чаники, конгломераты, туфогенные песчаники) верхнебайосского возрас-
та, трансгрессивно залегающих над всеми нижележащими свитами (6).

Широко развитые в рудном поле средне- и тонкозернистые туфоген-
ные, глинистые песчаники келловей с характерной фауной, трансгресси-
вно и с угловым несогласием налегают на байосские образования.

Вся серия пород прорвана плагногранит-порфирами, образующими
лакколитообразные тела под келловейскими песчаниками, а дайкооб-
разные—в вулканогенных породах нижних горизонтов разреза.

Плагногранит-порфиры или как называют другие—«альбитофиры»,
породы гипабиссального облика, по составу отвечают плагногранитам.
В минеральном составе пород главенствующая роль принадлежит
альбиту (№ 4—6), кварцу, а в незначительном количестве присутствует
хлоритизированный биотит.

Интрузивная деятельность в рудном поле проявлена широким раз-
витием пород жильно-магматической фазы, связанных с гранитоидными
массивами. Жильно-магматические породы представлены дорудными
габбро-диабазами, кварцевыми диорит-порфиритами и микрогранит-
порфирами (7).

Альбитофиры местами сильно гидротермально переработаны и пре-
вращены в монокварциты, серицитовые кварциты, и пропилиты места-
ми совершенно безрудные.

Из указанных фаций пород окварцованные альбитофиры, моно-
кварциты, находящиеся под экранами плагногранит-порфиров, заме-
щены сульфидной минерализацией. Серицитовая фация пород, в прост-
ранстве образует неправильные контуры и, как правило, удалена от
рудных тел (фиг. 1). Плагногранит-порфиры отчетливо пересекают гид-
ротермально измененные разности пород и секутся дайками дорудных
габбро-диабазов. Рудные тела имеют форму штоков и линз, на глубину
переходящих в жилы (фиг. 1).

Всеми без исключения исследователями единодушно плагногранит-
порфиры рассматриваются как экраны, под которыми локализируются
штоки и линзы серноколчеданного, медноколчеданного и свинцово-цин-
кового оруденения.

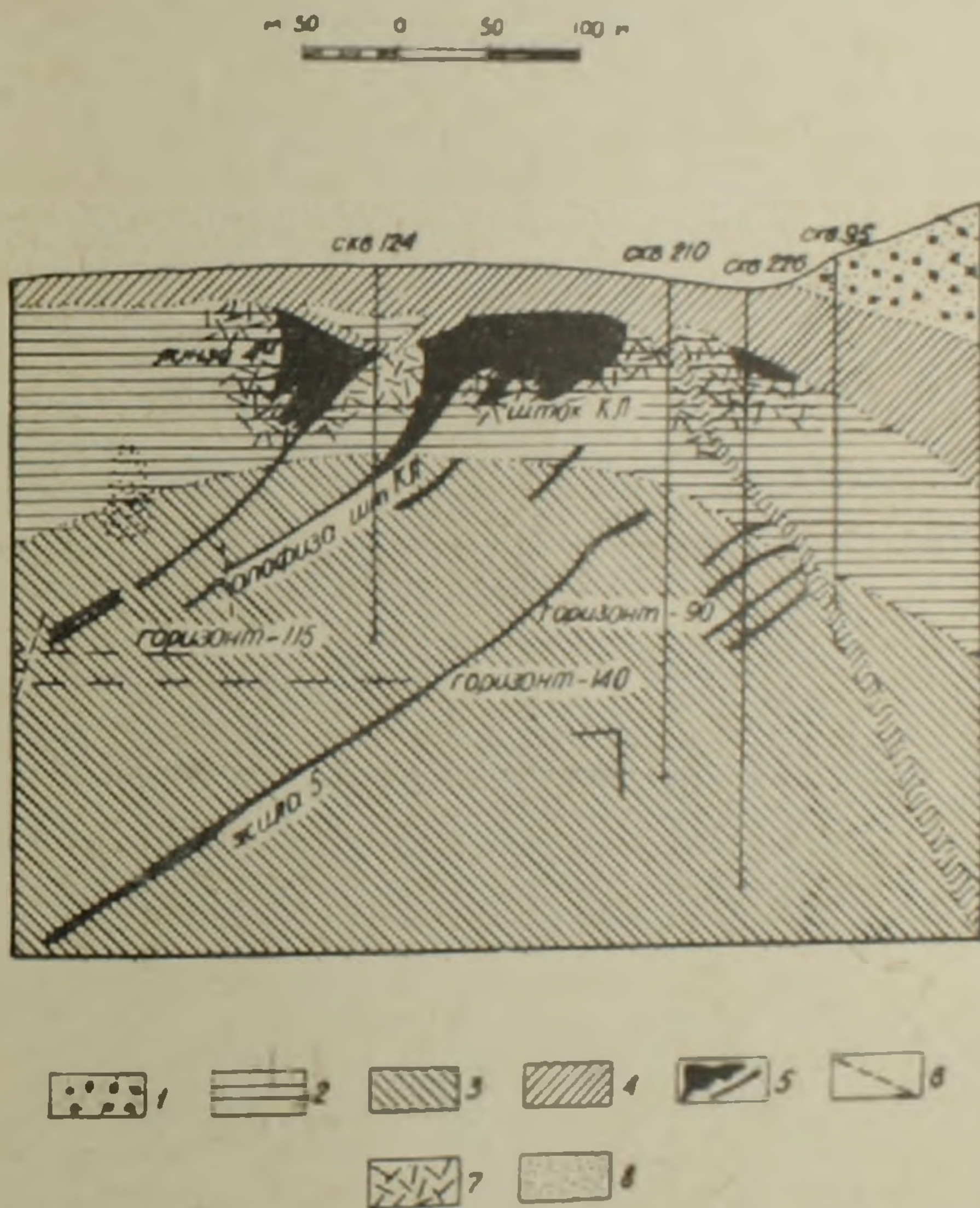
По радиологическим исследованиям «околорудного» серицита (1)
возраст оруденения Шамлугского месторождения считают как доверх-
неюрский.

* Альбитофиры, по другим авторам — кератофиры или шамлугиты, в действи-
тельности, представляют собой сильно измененные дациты, в которых полевой шпат
представлен вторичным альбитом.

На самом деле это не возраст оруденения, а время раннего гидротермального преобразования пород.

Околорудный серицит, как и принято считать, должен находиться в непосредственном залегании с рудой и образоваться синхронно с оруденением. Известно также, что серицит пользуется большим развитием в эффузивных породах и гидротермально-измененных разностях генетически связанных с фумарольно-сульфатарной деятельностью (*). Околорудный серицит встречается как реакционный минерал, сформировавшийся в результате взаимодействия гидротермальных растворов с вмещающими породами при образовании руд (**). Это в свое время было убедительно доказано Д. С. Коржинским (10).

Именно такой серицит и является синхронным продуктом с оруденением и только он должен отвечать по возрасту оруденению. В подобных случаях пиритовые и халькопиритовые прожилки сопровождаются симметричными оторочками осветления (9).



Фиг. 1. Схематический геологический разрез по штоку КЛ и линзе 4а Шамлаугского месторождения (составлен по материалам Шамлаугского рудника). 1—бескислотные вулканические породы; 2—альбитофиры и их пирокласты; 3—туфобрекчии порфиритов; 4—плачаники; 5—рудные тела; 6—тектонические нарушения; 7—окварцованные альбитофиры и монокварциты; 8—серицитовая фация вторичных кварцитов.

На колчеданных месторождениях прожилки с серицитовыми оторочками почти отсутствуют, что обусловлено замещением рудоносными

Результаты радиологических исследований

№ обр.	Место взятия	K в ‰	$K^{40} \cdot 10^{-4}$ в г/г	% радио-генного аргона	$A^{40} \cdot 10^{-11}$ в г/г	$A^{40} \cdot 10^{-9}$ в г/г	$A^{40} \cdot 10^{-3} / K^{40}$	Возраст в млн. лет
Альбитофиры								
ГК—440д	Близ устья р. Шамлуг	1,86	2,27	93,0	11,60	20,70	9,10	158
		1,86	2,27	91,3	12,05	21,60	9,51	166
Среднее								162±4
ГК—440г	.	1,78	2,17	76,5	11,45	20,50	9,44	164
		1,78	2,17	86,2	11,30	20,23	9,34	163
Среднее								163±0,5
Серицитовая фация вторичных кварцитов								
465	Гор. 140 Шахта 1 (Шамлуг)	4,60	5,60	73,6	28,6	51,2	9,15	160
		4,60	5,60	83,3	28,56	51,12	9,12	159
Среднее								159,5
501	Гор. 115 Шахта 1	3,14	3,83	91,3	19,6	35,08	9,16	160
		3,14	3,83	97,7	18,6	33,3	8,70	152
Среднее								156±4
743	Гор. 90 Шахта 1	7,58	9,25	82,0	47,9	85,6	9,25	161
		7,58	9,25	99,7	46,8	84,0	9,08	159
Среднее								160±2
744	Гор. 60—90 Шахта 1	6,92	8,48	70,40	41,7	74,6	8,82	155
		6,92	8,48	100,0	41,4	74,2	8,75	153
Среднее								154±1
Сводное значение								157
Плагногранит-порфиры								
4143 ГМ—ПР-42	Вост. окраина с. Шамлуг.	1,49	1,82	38,3	6,61	11,80	6,53	115
	Шамлуг в 300 м к югу от склада рудника	1,27	1,55	51,0	6,15	11,0	7,10	125
		1,27	1,55	44,0	9,14	11,01	7,10	125
Среднее								121
4184 4159 ГМ—ПР-68	Севернее уч-ка с. Бугакяр	1,93	2,36	83,8	10,9	19,50	8,95	145
		1,46	1,87	77,0	6,55	11,70	6,57	116
	с. Чочкан к СВ 250 м	1,38	1,68	54,7	7,30	13,05	7,73	136
		1,38	1,68	60,61	6,98	12,50	7,93	136
Среднее								133±3
4148	Верховья р. Бардазор	1,41	1,72	78,1	7,05	12,62	7,30	128
		1,41	1,72	78,3	7,26	13,01	7,56	132
Среднее								139±2
4182	.	1,90	2,32	60,9	9,66	17,30	7,45	131
		1,90	2,32	72,2	10,82	19,40	8,36	147
Среднее								139±8
Сводное значение								130±7,5

растворами кислых-средних по составу эффузивов, а также гидротермально-измененных разностей, где заимствование железа из вмещающих пород не проявляется или происходит в весьма ограниченных масштабах.

Состав вмещающих пород во всех равных условиях предопределяет привнос или заимствование железа, расходуемого на образование минералов руд.

Из приведенного разреза (фиг. 1) видно, что штоковый тип оруденения исключительно приурочен к монокварцитам, окварцованным альбитофирам. Серицитовая же фация пород обособлена в пространстве и не сопровождает оруденение.

Проведенные радиологические исследования (табл. 1) позволяют заключить, что формирование альбитофиров происходило в среднеюрское время и отвечает цифре 163 млн. лет. Серицитовая фация пород возникла несколько позже и соответствует 157 млн. лет. Плагногранит-порфиры по возрасту являются молодыми образованиями и имеют возраст 130 млн. лет.

Таким образом, оруденение, экранируемое плагногранит-порфирами, явно молодое—послеверхнеюрское, разорвано во времени от образования гидротермально-измененных пород и, очевидно, связано с более поздней интрузивной деятельностью (2. 11—14).

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР
Научно-исследовательский горно-
металлургический институт (НИГМИ)

Հ. Գ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ և Հ. Ա. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

Հայկական ՍՍՌ Շամլուղի հանքային դաշտի հանքայնացման և մետասոմատիզմների հասկային բաղադրության մասին

Մի շարք երկրաբանական փաստերի հիման վրա հեղինակներից մեկի կողմից արդեն նշվել է (1, 2), որ հրաքարային ֆորմացիայի հանքավայրերում, հանքայնացման և երկրորդական կվարցիտների առաջացման ժամանակների միջև գոյություն ունի ընդհատում:

Վերջին ժամանակներս, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ երկրաբանական ինստիտուտի ռադիոնուկլիդային և գեոխիմիական լաբորատորիայի կողմից ուսումնասիրվում է հրային ապառների բաղադրությունը, որոնց արդյունքները մասամբ հրատարակված են (3), ընդհանուր առմամբ հաստատում են վերը նշված եզրակացությունները:

Ռադիոլոգիական ուսումնասիրությունները (աղյուսակ 1) ցույց են տալիս եզրակացնելու, որ պրիտոֆիրների ձևավորումը տեղի է ունեցել միջին յուրայի ժամանակ և համապատասխանում է 163 միլիոն տարվան: Ապառների սերիցիտային ֆորմացիայի առաջացումը կատարվել է որոշ ժամանակ անց և համապատասխանում է 157 միլիոն տարվա: Պլագիոգրանիտ-պորֆիրները ըստ հանքային հանդիսանում են ավելի երիտասարդ գոյացումներ և ունեն 130 միլիոն տարի հասակ:

Այսպիսով, պլագիոգրանիտ — պորֆիրներով էկրանացված հանքայնացումը ակնառու կերպով երիտասարդ է հետվերին յուրայից և ըստ ժամանակի անջատված է հիդրոթերմալ-փոփոխված ապառների գոյացումից և ակներևորեն կապված է ավելի ուշ ինտրուզիվ գործունեության հետ (2, 11—14):

¹ А. Г. Казарян, Записки АОВМО, вып. 2, 1963. ² А. Г. Казарян, Г. Г. Шехян, ДАН АрмССР, т. XXXVII, № 1 (1963). ³ Б. С. Вартапетян, А. Г. Казарян, Г. Г. Шехян, Геология рудных месторождений, № 4, 1965. ⁴ Г. П. Багдасарян, Р. Х. Гукасян, Э. М. Налбандян, ДАН АрмССР, т. XXXV, № 2 (1962). ⁵ Г. П. Багдасарян, Р. Х. Гукасян и др., Известия АН АрмССР, серия науки о Земле № 1, 1965. ⁶ А. Т. Асланян, Стратиграфия юрских отложений Северной Армении, г. Ереван, 1948. ⁷ Г. А. Казарян, Известия АН АрмССР, серия геолого-географ. наук, т. XII, № 6 (1959). ⁸ Н. И. Наковник, Вторичные кварциты СССР. Изд. Недра, 1964. ⁹ А. Г. Казарян, Э. Г. Амирбекян, Т. М. Арутюнян, Научные труды НИГМИ, вып. IV, 1964. ¹⁰ Д. С. Коржинский, Записки Всесоюз. минералог. общества, 75 вып. 4, 1946. ¹¹ К. Н. Паффенгольц, В. В. Грушевой, Труды XVII Международн. Геолог. Конгр. 1937. ¹² Б. С. Вартапетян, Советская геология, № 10, 1960. ¹³ С. С. Мкртчян, „Геология рудных месторождений“, № 4, 1960. ¹⁴ Г. А. Казарян, Автореферат кандидатской диссертации, М., 1962.

СТРАТИГРАФИЯ

Г. М. Акопян

Новые данные о возрасте вулканогенных отложений района
г. Марал-сар и ущелья р. Хач-ахпюр
(Ноемберянский и Иджеванский районы Армянской ССР)

(Представлено академиком АН Армянской ССР К. Н. Паффенгольцем 9/VIII 1965)

Собранный нами при производстве геологосъемочных работ фактический материал позволяет внести некоторую ясность и корректировки в вопрос о возрастных взаимоотношениях отдельных горизонтов вулканогенного комплекса междуречья рек Дебед и Агстев.

В районе г. Марал-сар Ноемберянского района Армянской ССР значительное распространение имеют вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы, представленные порфиритами, туфоконгломератами, туфопесчаниками и песчаниками, а в ущелье р. Хач-ахпюр Иджеванского района развиты порфириты, туфопесчаники, песчаники и темно-серые столбчатые дациты, относимые различными исследователями к различному возрасту.

К. Н. Паффенгольц ⁽¹⁾ вулканогенно-осадочные отложения района г. Марал-сар и ущелья р. Хач-ахпюр относит без расчленения к среднеюрскому времени. Породы Маралсарского комплекса А. Т. Асланян ⁽²⁾ относит к аален-среднебайосскому времени, а порфириты, туфопесчаники и дациты ущелья р. Хач-ахпюр к байосу и бату. М. В. Гзовский вышеотмеченные отложения относит к лейасу (так называемая Муровдагская свита).

До настоящего времени исследователи, изучавшие отложения района ущелья р. Хач-ахпюр, считали, что обнажающиеся здесь туфопесчаники и порфириты совершенно согласно переходят в подстилающие их верхнебайосские кварцевые порфиры, что и являлось критерием для отнесения пород ущелья р. Хач-ахпюр, без расчленения к верхнебайосскому времени.

Вышеуказанные толщи нами расчленены на ряд комплексов. Установлено, что на толщу кварцевых порфиров верхнего байоса трансгрессируют маломощные (10—15 м) туфоконгломераты, гальки которых состоят в основном из кварцевых порфиров и порфиритов, сцементированных туфогенным материалом. Под туфоконгломератами прослеживается слой песчанистых глин, мощностью от 0,5 до 1,0 м. Это особенно хорошо видно в 1,0 км к северу от Армутлинского медноколчедан-

ного проявления. Вышеотмеченные туфоконгломераты перекрываются туфопесчаниками и порфиритами вулканического комплекса ущелья р. Хач-ахпюр. В районе г. Марал-сар из известковистых туфопесчаников нами собрана обильная фауна, из которой Л. В. Сибиряковой определены:

1. *Posidonia buchi* Roemer
2. *Modiola imbricata* Sow.
3. *Modiola leckenbyi* Morris et Lycett
4. *Camptonectes ex. gr. lens* (Sow)
5. *Entidium cf. demissus* Phillips
6. *Ctenostreon ex. gr. pectiniforme* Schloth
7. *Lima ef. impressa* Morris et Lycett
8. *Pleuromya sp. indet*
9. *Unicardium sp. indet*
10. *Anisocardia sp. indet*
11. *Pecten sp. indet.*

На основании приведенного списка фауны вышеописанный комплекс пород г. Марал-сар относится нами к низам батского яруса. Следует указать, что приведенный комплекс фауны также отмечен В. Ф. Пчелинцевым ⁽³⁾ и А. Т. Асланяном ⁽²⁾ в свите желтых песчаников Алавердского района.

Нижнебатские отложения района г. Марал-сар и в различных местах исследуемого района трансгрессивно налегают на породы разных возрастов. Так, например, в районе г. Марал-сар они налегают на нижнебайосские отложения, а в районе ущелья Хач-ахпюр — на отложения верхнего байоса. Нижняя часть батских отложений Маралсарского комплекса как по стратиграфическому положению, так и по литологическому составу идентична отложениям, обнажающимся в ущелье реки Хач-ахпюр. Это позволяет нам вышеописанный вулканогенно-осадочный комплекс ущелья р. Хач-ахпюр также отнести к низам батского яруса, налегающие на них туфопесчаники — к средней части бата, а вышележащие столбчатые дациты — к верхней части бата.

Управление геологии
Совета Министров Армянской ССР

Գ. Մ. ՀԱԿՈՅԱՆ

**Ն.ՈՐԱԳՈՒՅՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐ ՄԱՐԱԼ-ՍԱՐ ԵՌԱՆ ԵՐԶԱԿԱՅԻ և ԽԱՉ-ԱՊԵՅՈՒՐ ԳԵՐԻ
ԿԻՐՆԻ ԽՐԱՐԺԱՅԻՆ ԳՈՏԿԱԾԲՆԵՐԻ ԽԱՍԱԿԻ ՄԻԱՌԻՆ**

(Հայկական ՍՍՌ Նույեմբերյանի և Իջևանի շրջաններ)

Իրկրարանական հանույթի ընթացքում մեր կողմից հաճախած փաստացի նյութերը թույլ են տալիս մտցնելու որոշակի ուղղումների Դերետ և Աղստե գետերի միջագետքում տարածված հրաբխային ապարների կոմպլեքսի առանձին հորիզոնների հասակների փոխհարաբերության հարցում:

Հայկական ՍՍՌ-ի Նույնքերյանի շրջանի Մարալ-սար լեռան շրջակայքում բազմականին մեծ տարածում են ստացել հրաբխային և հրաբխա-նստվածքային ապարները, որոնք ներկայացված են պորֆիրիտներով, տուֆային կոնգլոմերատներով, տուֆային ավազաքարերով և ավազաքարներով, իսկ իջևանի շրջանի հաշ-աղբյուր գետի կիրճում — պորֆիրիտներով, տուֆային ավազաքարերով, ավազաքարերով և մուգ մոխրագույն սլուսաձև դաջիտներով:

Վերը նշված շերտախմբերը մեծ կողմից բաժանված են մի շարք կոմպլեքսների. Հաստատված է նաև, որ հաշ-ադրյուր ղետի կիրճում վերին քայուսի հասակի կվարցային պորֆիրների շերտախմբի վրա տեղադրված են փոքր հզորություն ունեցող (10—15 մ) տուֆոկոնգլոմերատներ և գլաքարեր, որոնք հիմնականում կազմված են կվարցային պորֆիրներից և պորֆիրիտներից ցեմենտացված տուֆային նյութերով:

Վերը նշված տուֆային կոնգլոմերատները ծածկված են տուֆային ավազաքարերով և պոր-
ֆիրիտներով. Մարալ-սար լեռան շրջակայքում տարածված կրաքարային, տուֆային ավազա-
քարերի շերտախմբից մեր կողմից հավաքված են քալականին մեծ քանակությամբ բրածոներ,
որոնք բոստ է. Վ. Սիրիւրյակովի ունեն ստորին քառի հասակ: Ստորին քառի նստվածք-
ները Իերևո և Աղստեֆ գետերի միջև ընկած շրջանում տրանսգրենսիվ կերպով տեղադրվում են
շարքեր հասակի ապառների վրա: Այսպես օրինակ՝ Մարալ-սար լեռան շրջակայքում նրանք
տեղադրված են ստորին բալտի նստվածքների վրա, իսկ Խաչ-աղբյուր գետի կիրճում՝ վերին
բալտի: Մարալ-սարի կոմպլեքսի բառի հասակի նստվածքների ստորին մասը իր ստրատիգրա-
ֆիական դրուժյամբ և լիտոլոգիական կազմով միանման են Խաչ-աղբյուր գետի կիրճի նստվածք-
ներին: Այս հանգամանքը մեզ թույլ է տալիս վերը նկարագրված հրաբխա-նստվածքային ապառ-
ների կոմպլեքսը վերագրել բառի հարկի ստորին մասերին. նրանց վրա տեղադրված տուֆային
ավազաքարերը՝ բառի միջին մասին, իսկ ավելի վերև տեղադրված սյունաձև դացիտները՝ բառի
մերին մասին:

ԼԻՏԵՐԱՏՈՐԱ — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ К. Н. Пиффенгольц, Армутлы-Кульп, Геологический очерк междуречья среднего и нижнего течений р.р. Дебед и Акстафа. Тр. Всес. геол. объединения, вып. 353, 1934. ² А. Т. Асланян, Стратиграфия юрских отложений Северной Армении. Изд. АН АрмССР, 1949. ³ В. Ф. Пчелинцев, Фауна доггера окрестностей Алаверди в Закавказье (Армения), Изв. геол. ком., т. XVI, № 9, 1927.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. Г. Гезалян

О напряженности водного режима неизолированных листьев и новом методе его исследования

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР В. О. Казаряном 24/IV 1965)

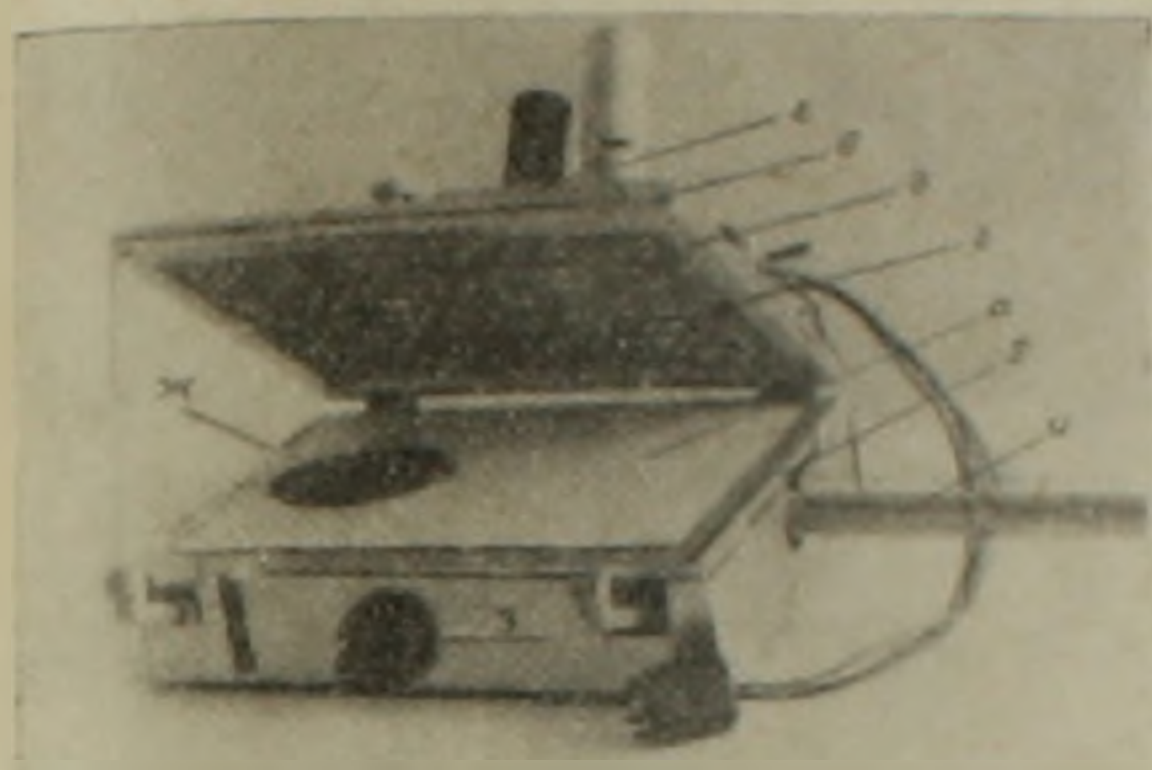
Работами ряда авторов (¹⁻⁵) установлено наличие водного дефицита в нормально функционирующих листьях. Оценка этого показателя водного режима растений обычно проводится взвешиванием срезанных листьев или вырезанных из них кружков до и после экспозиции их во влажной среде или в воде (^{2, 6-8}). Однако этот метод не позволяет проводить наблюдения за скоростью насыщения листьев водой. Кроме того, определения проводятся у изолированных листьев, а поэтому невозможно изучить влияние различных факторов на водный режим одних и тех же листьев в различные периоды онтогенеза или разные часы суток. Удаление листьев или высечка кружков нарушает целостность организма и сопряженность физиологических процессов, в то время как имеется тесная коррелятивная связь между корневой системой и листьями (⁹⁻¹¹) с одной стороны, и между листьями различных ярусов, с другой. Поэтому крайне важна разработка методов, позволяющих изучить водный режим неизолированных листьев. В настоящей работе описывается новый способ быстрого определения скорости и уровня насыщения водой неизолированных листьев*.

Метод основан на определении диэлектрической проницаемости исследуемого материала. Известно, что диэлектрическая проницаемость «свободной воды» доходит до 81, в то время как у «связанной» она равна 2.2 (^{12, 13}). Вместе с тем свободная вода в листьях составляет подавляющую часть общей воды и в связи с этим величина диэлектрической проницаемости листьев определяется в основном свободной водой.

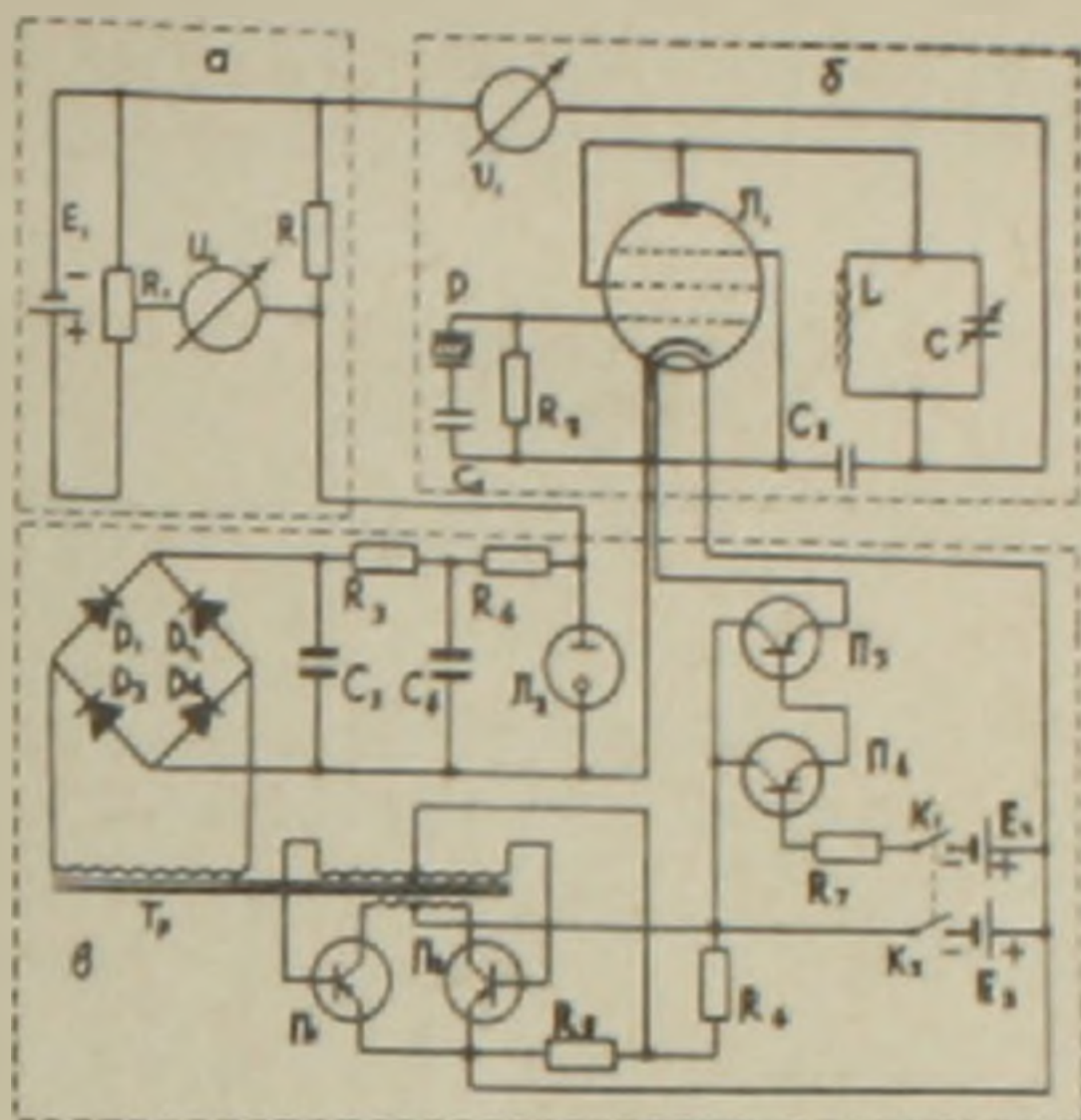
Прибор состоит из трех основных узлов: датчик, измерительный блок и источник питания. Датчик (фиг. 1) является конденсатором специальной конструкции с раздвигающимися обкладками, входящими в контур анодной цепи. Одной из обкладок (а) конденсатора является «кассета», изготовленная из фольгированного гетинакса. Кассета устанавливается на основу (б), изготовленную из текстолита. Поверхность

* Прибор изготовлен в Лаборатории физиологии растений Ботанического ин-та АН АрмССР по предложению и под руководством проф. В. О. Казаряна.

фольги изолирована тонким слоем винифлексового лака. Имеется набор кассет с различной площадью фольгированной поверхности. В каждом отдельном случае выбирается кассета, фольгированная поверхность которой соразмерна с площадью листа и не превышает последнюю.



Фиг. 1. Датчик-конденсатор с генераторным блоком. *а* — обкладка-кассета; *б* — текстолитовая основа; *в* — вторая подвижная обкладка; *г* — латексовая «воздушная подушка»; *д* — дюралюминиевая шайба; *е* — блок генератора; *ж* — активная поверхность неподвижной обкладки; *з* — катушка индуктивности анодного контура; *и* — приспособления для крепления.



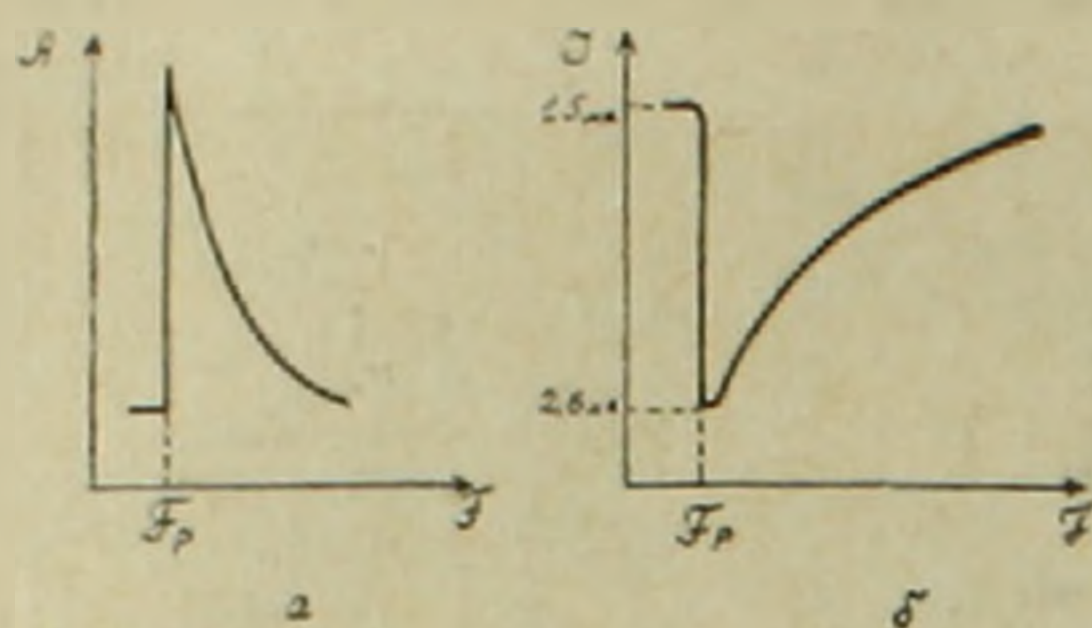
Фиг. 2. Принципиальная электрическая схема прибора. *а* — измерительный блок; *б* — генераторный блок; *в* — блок питания; E_1 — 1,6 в; E_2 — 6 в; E_3 — 7,2 в; $И_1$ — измерительный прибор (М-95, М-198 З, ПСР1-01); P — кварцевый резонатор; $Л_1$ — 6Ж5П; $Л_2$ — СГЗС; L — катушка индуктивности (7—25 мкГн); C — датчик; D_1 — D_4 — Д7Ж; $П_1$ — $П_3$ — П4Д; $П_4$ — П16Б; R — 100 о.м; R_1 — 100 о.м; C_1 — 9 пф; C_2 — 2200 пф.

Вторая обкладка (*в*) изготовлена из дюралюминиевого листа. На внутренней стороне последнего с помощью дюралюминиевой шайбы прикреплена тонкая латексовая пленка (*г*), дающая возможность образовывать «воздушную подушку» для герметического закрывания поверхности подопытного листа с целью предотвращения транспирации. Чувствительность прибора зависит от расстояния между двумя обкладками конденсатора. Последняя увеличивается при сближении обкладок.

На наружной стороне верхней обкладки датчика прикреплен блок генератора (фиг. 1, *е*). Высокочастотный генератор (фиг. 2, *б*) собран на лампе 6Ж5П по триодной схеме. В цепи сетки включен кварцевый резонатор, резонансная частота собственных колебаний которого равна 5 мГц. Используется первая гармоника основной частоты. Благодаря очень высокой добротности (10000—100000) частотная характеристика имеет острый максимум при резонансной частоте (фиг. 3, *а*). Около резонансной точки высокочастотная ветвь падает постепенно. Последняя около максимума прямолинейна и в приборе используется именно эта часть в качестве рабочего участка. Незначительные изменения частоты собственных колебаний резонансного контура вызывают большие изменения анодного тока. Зависимость последнего от частоты имеет анало-

гичный характер лишь с той разницей, что при резонансной частоте устанавливается минимальный ток по цепи (фиг. 3, б).

Контур анодной цепи состоит из описанного конденсатора и специально изготовленной катушки индуктивности (7—25 мкГн) с ферритовым перемещающимся сердечником. Катушка индуктивности устанавливается на задней части датчика и экранируется ферритовыми кольцами. Датчик целиком экранирован алюминиевым кожухом и имеет приспособление для укрепления на дереве или штативе. Размеры датчика-конденсатора, несущего на себе высокочастотный генератор, не имеют принципиального значения. В приборе имеется также индикатор резонанса, представляющий собой миллиамперметр со шкалой 5 мА.



Фиг. 3. Характеристические резонансные кривые. а — характеристика резонатора (A — амплитуда собственных колебаний; F — частота; F_p — резонансная частота); б — характеристика анодного тока (I — анодный ток; F — частота; F_p — резонансная частота; 2,6 мА и 15 мА — пределы изменения анодного тока).

Генератор соединяется с источником питания и измерительной системой. Последняя регистрирует изменения анодного тока, вызванного колебанием емкости конденсатора (датчика). При протекании тока через сопротивления в цепи анода имеет место определенное падение напряжения. Амплитуда изменения этого напряжения прямо пропорциональна сопротивлению, согласно уравнению $\Delta U = R \Delta I$, где ΔU — приращение напряжения, R — активное сопротивление и ΔI — прирост анодного тока. Из уравнения следует, что с увеличением омического сопротивления (R) соответственно нарастает чувствительность прибора. Напряжение измеряется компенсационным методом (фиг. 2, а). Компенсирующее напряжение берется от сухого элемента типа 1,6 ФМЦ-У-3,2 через переменное сопротивление.

Общее питание осуществляется от аккумуляторной батареи напряжением не менее 6,5 в. Высокое напряжение для питания анода генераторной лампы (105 в) обеспечивается с помощью преобразователя (фиг. 2, в) на транзисторах типа П4Д. Для накала лампы собран стабилизатор на транзисторах типа П16Б и П4Д. Опорное напряжение на базу первого каскада стабилизатора подается от 4 последовательно соединенных сухих элементов типа ФБС-0,25. В качестве регистрирующего устройства используется милливольтметр или потенциограф со шкалой не более 10 мВ.

Измерения с помощью нашего прибора производятся следующим образом: спустя 30 минут после включения аппарата, исследуемый лист помещается между двумя раздвигающимися обкладками конденсатора и герметически закрывается «воздушной подушкой» из латексовой пленки. При этом уменьшается резонансная частота собственных колебаний контура. Поэтому предварительно с помощью ферритового сер-

дечника катушки индуктивности контур расстраивается в сторону высоких частот и после введения листа приводится к минимальной точке, перемещением сердечника верхней точки рабочего диапазона (фиг. 3, а). Затем с помощью переменного сопротивления прибор приводится в нулевое положение, после чего производится запись результатов.

В табл. 1 приведены результаты контрольных опытов. Измерению подвергались специально изготовленные чашки с фильтровальной бумагой, увлажненной различными количествами воды.

Таблица 1
Измерение содержания воды весовым методом и по диэлектрической проницаемости

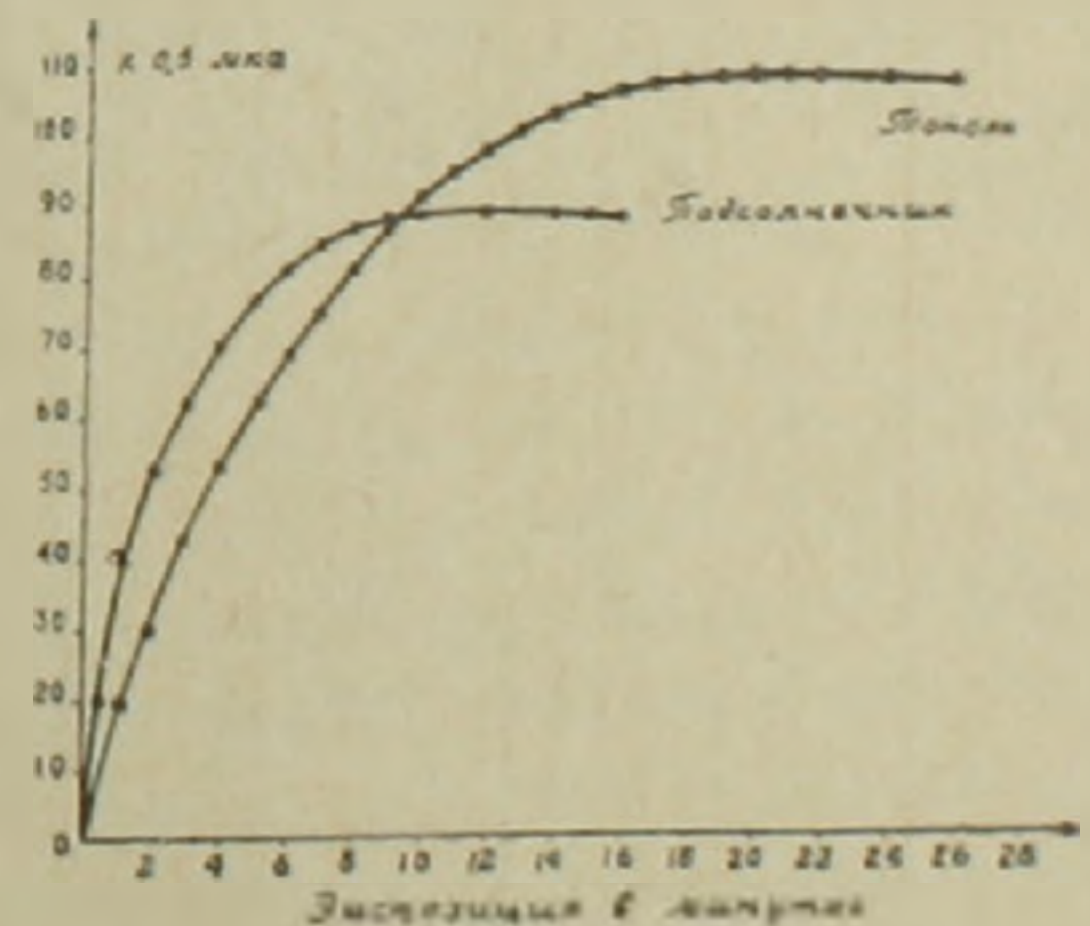
№№ пп	Вес чашек с бумагой в граммах	Вес чашек с бумагой и водой г	Количество добавляемой воды в % к общему весу	Показания прибора на 5 мка
1	26,37	26,42	0,19	14
2	26,37	26,47	0,37	30
3	26,37	27,52	0,54	45
4	26,37	28,55	0,66	61
5	26,37	28,61	0,84	78

Приведенные цифры показывают, что параллельно с увеличением количества воды нарастает и диэлектрическая проницаемость. Кроме того выявляется высокая чувствительность аппарата к малейшему изменению содержания воды. Предельная чувствительность равна 0,25 мг воды на 1 деление регистрирующего прибора, типа М-95 на шкале 1 мка.

Аналогичные данные получены в другой серии опытов, проведенных с рудбекней. Листья непосредственно после срезания взвешивались и определялась диэлектрическая проницаемость через 1, 2, 3 и 5 мин. Полученные результаты (табл. 2) показывают, что с уменьшением в

Таблица 2
Изменение содержания воды в срезанных листьях рудбекии

Метод	Время измерений				
	непосред- ственно	через 1 минуту	через 2 минуты	через 3 минуты	через 5 минут
Вес листа в мг . . .	263	261	260	258	255
Показания прибора в условных единицах на шкале 1 мка . . .	100	93	89	81	70



Фиг. 4. Динамика изменения содержания воды в листьях подсолнечника и тополя.

листьях количества воды соответственно падает и диэлектрическая проницаемость листа.

Изучалась также динамика насыщения неизолированных листьев. На фиг. 4 приведены кривые насыщения листьев подсолнечника и то-

голя. Они показывают, что через определенное время насыщения листьев водой кривые принимают горизонтальное положение в результате прекращения поступления воды в листья.

Описанный прибор позволяет изучить водный режим листьев в аспекте сезонной и суточной динамики в зависимости от различных факторов: возраста, ярусности, внешних условий и т. д. Простота конструкции и транспортабельность делают возможным проведение наблюдений также в полевых условиях.

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

Մ. Դ. ԳՅՈՂԱԼՅԱՆ

Բույսերից չանցած ջրի և էլեկտրական հոսանքի չափումը և նրա ուսումնասիրության նոր մեթոդի մասին

Առաջարկվում է նոր մեթոդ, որի օգնությամբ որոշվում է բույսերի նույն տերևներում ազատ ջրի քանակական փոփոխությունը օրվա տարրեր ժամերին և տարվա տարրեր եղանակներին:

Մեթոդը հիմնված է ազատ ջրի համեմատաբար մեծ դիէլեկտրիկ թափանցելիություն ունեցող վրա:

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

¹ А. М. Алексеев, Водный режим растений и влияние на него засухи, Казань, Татгосиздат, 1948. ² Л. С. Литвинов, О почвенной засухе и устойчивости к ней растений, Львов, Изд. Львовск. ун-та, 1951. ³ А. Крифтс, Х. Карриер, К. Стокинс, Вода и ее значение в жизни растений, Изд-во ИЛ, М., 1951. ⁴ Н. А. Максимов, Бот. ж., т. 37, № 1, 5—18, 1952. ⁵ Н. С. Петин, Физиология орошаемой пшеницы, Изд-во АН СССР, М., 1959. ⁶ О. Штокер, Planta, 7, 382—387, 1929. ⁷ И. Е. Вэдерлей, New Phytologist, 49, № 1, 1950. ⁸ Н. Чатский, Biol. Plant., 2, № 1, 72—78, (1960). ⁹ В. О. Казарян, Физиологические основы онтогенеза растений, Ереван, Изд. АН АрмССР, 1959. ¹⁰ В. О. Казарян, ДАН АрмССР, т. XI, № 4 (1965). ¹¹ Н. Чатский, Biol. Plant., 4, № 4, 306—314 (1962). ¹² Н. А. Гусев, Некоторые закономерности водного режима растений, М., Изд. АН СССР, 1959. ¹³ В. П. Батюк и Е. Ф. Рыбалка, „Биофизика“, 4, № 1, 120—122.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. О. Казарян, чл.-корр. АН Армянской ССР, К. А. Карапетян и И. А. Казарян

О влиянии фотопериодического режима на корневую активность кукурузы

(Представлено 13/VIII 1965)

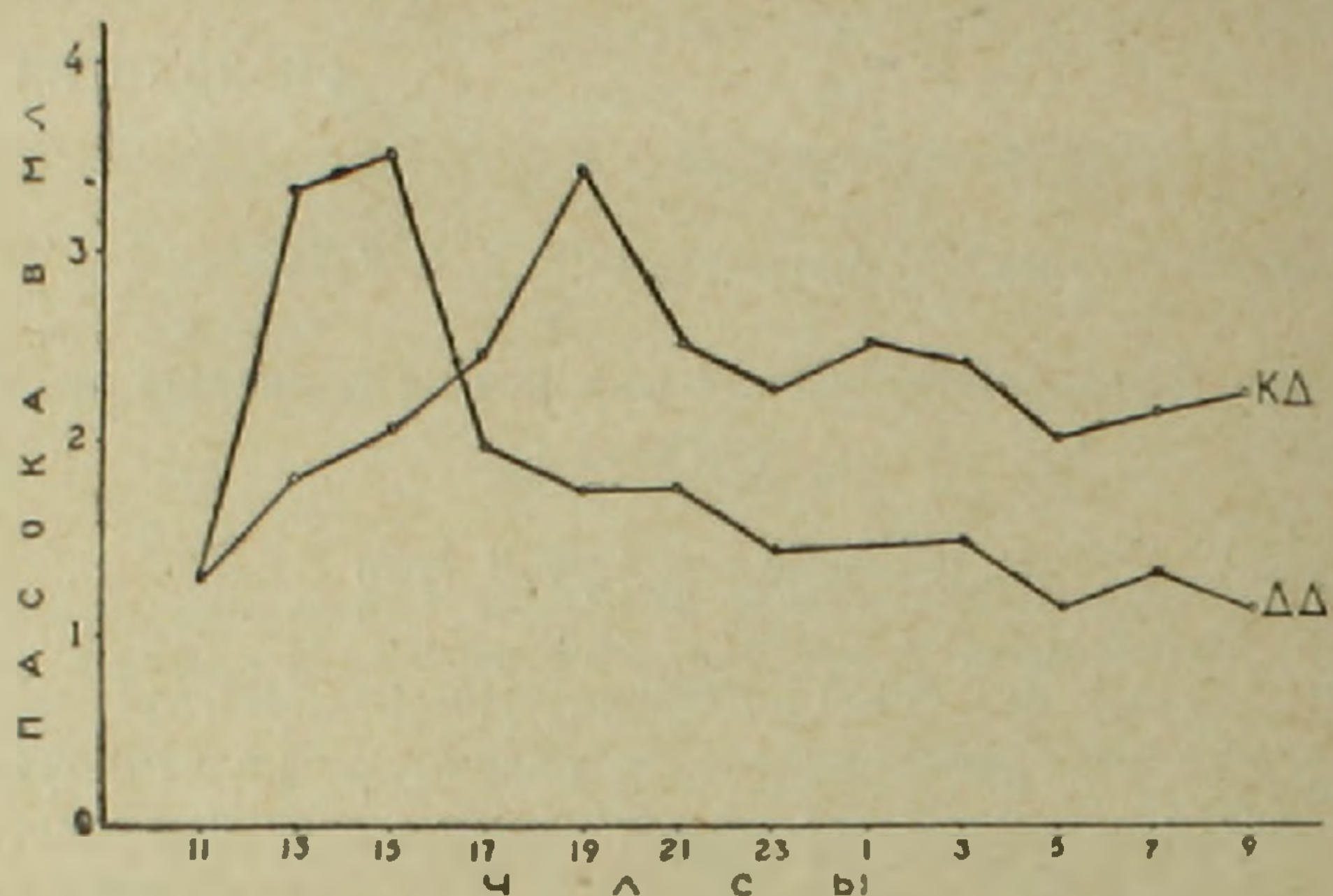
Листья, будучи основной поверхностью восприятия фотопериодического воздействия, непосредственно реагируют на этот фактор и под влиянием последнего претерпевают множество физиолого-биохимических изменений. Как установлено (¹⁻⁶) в листьях короткодневных растений в условиях оптимального для цветения фотопериодического режима изменяется аминокислотный и углеводный обмен. В результате таких специфических обменных и синтетических реакций клетки верхушечной меристемы получают из листьев вещества иного качества, определяющие характер формообразовательных процессов. Наиболее наглядным морфологическим проявлением последних является прекращение вегетативного роста и образование генеративных органов.

Ассимплятами подобного качества в этот период онтогенеза пользуются и корни, которые соответственно меняют направленность ферментативного действия, азотного обмена, а также поглонительную активность (⁷).

Однако имеется основание предполагать, что реакция корней на фотопериодическое воздействие значительно глубже и охватывает многие звенья жизнедеятельности растений. Этому именно вопросу были посвящены наши исследования, результаты которых излагаются ниже.

Опыты проводились с кукурузой, сорта «Картули круги», выращенной в 10-литровых глиняных вазонах. Начиная с 25/VIII 1964 г. одна группа растений подвергалась короткодневному (8-часовому) фотопериодическому воздействию, другая—продолжала оставаться в условиях естественного дня с добавочным электрическим светом в вечерние часы. Спустя месяц у растений обеих групп срезывались надземные части для получения пасоки, в которой определялось: содержание аминокислот по методу Лисицкого и Лаурента (⁸), интенсивность окраски измерялась с помощью спектрофотометра при 510 *mμ*. Углеводы определялись антроновым методом (⁹), а различные формы азота по Кьельдалю, активность пероксидазы и полифенолоксидазы методом Саммнера и Гессинга (¹⁰).

Динамика выделения пасоки, как видно из приведенных кривых (фиг. 1), неодинакова у растений, воспринимавших короткий и длинный день. Общее количество пасоки, выделенной за сутки у растений, получивших короткий день, оказалось больше (27,45 мл), чем у другой группы (21,65 мл). Кроме того выяснилось, что более обильное выделе-



Фиг. 1. Суточный ход выделения пасоки у растений, подвергшихся короткодневному (КД) и длиннодневному (ДД) фотопериоду.

ние пасоки у первой группы растений приурочивается к 19 часам, а у второй—к 13—15 часам. Энергичное выделение пасоки у растений, получивших короткий день, по-видимому, связано с образованием метелок. в связи с чем интенсифицируются основные процессы жизнедеятельности—фотосинтез (6¹¹⁻¹²) и особенно транспирация (13—14) и др.

У растений группы короткого дня сухой вес пасоки оказался также чуть больше (табл. 1). Разница в общем сухом весе пасоки, выделенной за сутки растениями этих двух групп, составляла 22,72 мг.

Таблица 1
Содержание сухого вещества в пасоке кукурузы, получившей различные фотопериоды в течение одного месяца

Группа растений	В мг на 1 мл пасоки	Сухой вес пасоки в мг, выделенной за сутки
Короткий день	3,73	102,39
Длинный день	3,68	79,67

Эти цифры наглядно свидетельствуют о повышенной поглотительной активности корней короткодневных растений в отношении минеральных элементов.

Интересные данные были получены также о содержании аминокислот в пасоке подопытных растений (табл. 2). Этот показатель, как известно, лучше характеризует метаболическую активность корней. Как

видно из приведенной хроматограммы (фиг. 2) разницы в аминокислотном составе у обеих групп растений незамечено (в пасоке каждой из них обнаружено по 11 аминокислот), однако в количественном отношении имеется существенное расхождение (табл. 2). Общая сумма всех аминокислот в пасоке растений, индуцированных коротким днем на 21,1 мг больше, что свидетельствует о повышенной метаболической активности.

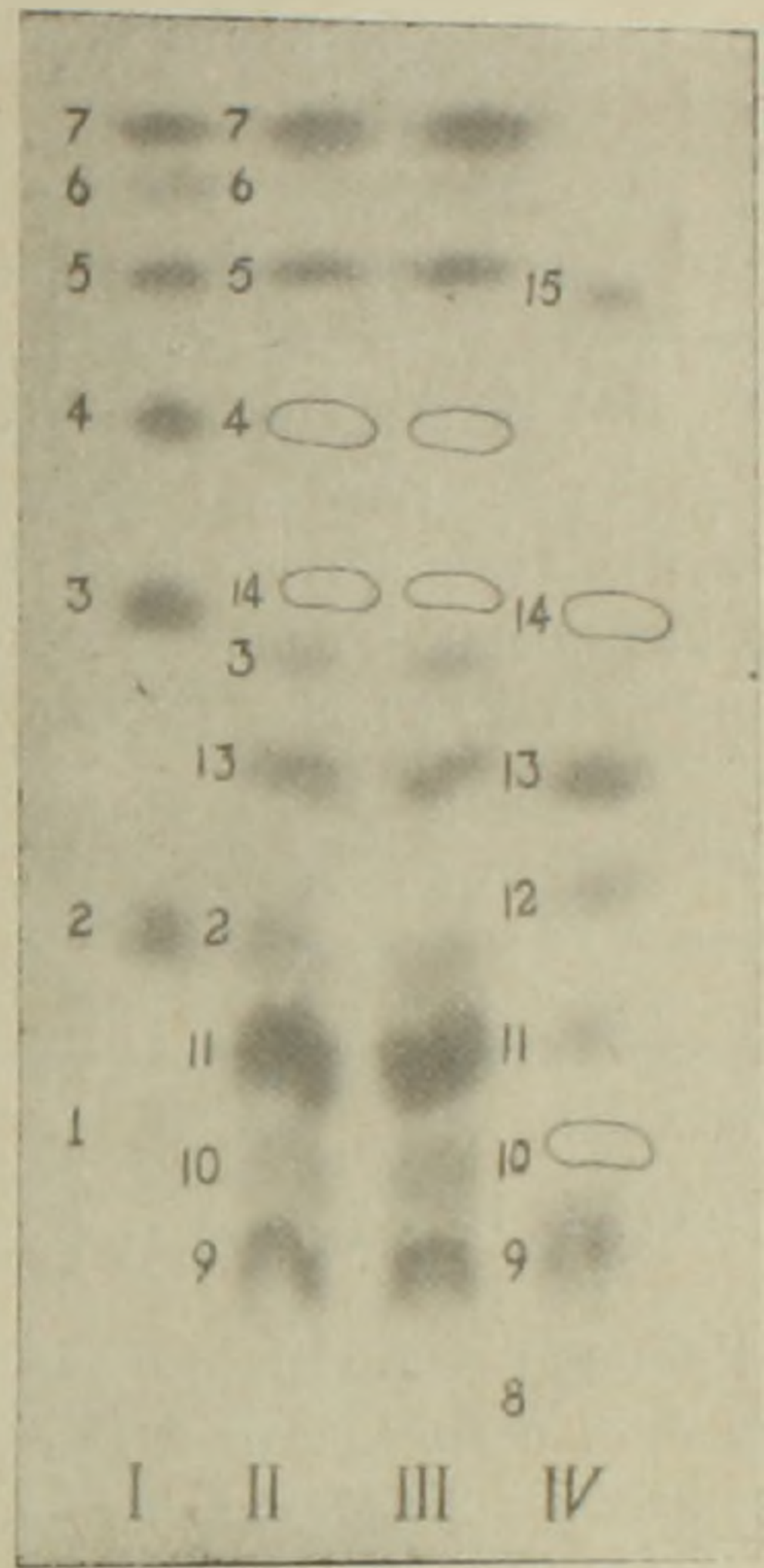
Таблица 2

Содержание аминокислот в пасоке кукурузы, подверженной 30-ти дневному влиянию коротких или длинных фотопериодов

Название аминокислот	В мг на 100 мл пасоки	
	короткий день	длинный день
Лизин+гистидин	6,9	6,5
Аспарагин	79,0	67,7
Глютамин	36,8	30,6
Серин	5,8	6,3
Глютаминовая к-та	6,0	5,9
α-аланин	2,1	1,8
β-аланин	6,9	4,8
Триптофан	0,4	0,6
Валин	6,3	6,0
Фенилаланин	1,5	1,1
Лейцины	7,8	7,1
Сумма аминокислот	159,5	138,4

По содержанию белкового азота в пасоке подопытных растений не обнаружена столь существенная разница (табл. 3). Количественное расхождение выявлено по общему и небелковому азоту. В пасоке растений, получивших короткий день, указанных форм азота оказалось на 2 мг больше, что свидетельствует об относительно повышенной поглощательной способности корней короткодневной группы растений.

В пасоке короткодневных групп растений обнаружено и больше сахаров (табл. 4), что, по-видимому, связано с образованием метелок, приводящим к прекращению роста корней. Как показано нами экспериментально на примере краснолистной периллы (15), с наступлением



Фиг. 2. Хроматограмма аминокислот в пасоке растений, находившихся в течение одного месяца в условиях длинного и короткого дня. I и IV метчики; II — растения, получившие длинный день. III — растения, получившие короткий день. Обозначения аминокислот: 1 — аспарагиновая к-та; 2 — серин; 3 — β-аланин; 4 — α-аминомасляная к-та; 5 — валин; 6 — фенилаланин; 7 — лейцины; 8 — цистин; 9 — лизин-гистидин; 10 — аспарагин; 11 — глютамин; 12 — глицин; 13 — глютаминовая к-та; 14 — аланин; 15 — метионин.

Таблица 3

Содержание азота в пасоке подопытных растений

Световой режим подопытных растений	Азот в мг на 100 мл пасоки		
	общий	белковый	небелковый
Короткий день	30,1	9,7	20,4
Длинный день	28,0	9,6	19,4

фаза цветения прекращается передвижение ассимилятов из листьев в корни. Даже имеющиеся в корнях ассимилянты, направляются к надземным органам, главным образом, к формирующимся и созревающим семенам. Подобное же явление по сути дела наблюдается в этом опыте, где из корней возвращается к надземным органам в основном та форма сахаров, которая и поступала из листьев (сахароза). Последняя, по литературным данным, является основной формой среди сахаров, переходящих из листьев в корни (¹⁶ и др.).

Таблица 4

Содержание сахаров в пасоке подопытных растений (в мг на 100 мл пасоки)

Световой режим подопытных растений	Глюкоза	Фруктоза	Сахароза	Общая сумма
Короткий день	3,66	9,33	18,00	30,99
Длинный день	9,33	4,00	11,33	24,66

Кроме этих анализов в пасоке проводились определения также и активности пероксидазы и полифенолоксидазы. Анализы проводились через каждые 2 часа, начиная с 11 часов до 8 утра следующего дня. В результате установлено, что средняя активность пероксидазы (в мг пурпургалина на 100 мл пасоки) у растений, индуцированных коротким днем, составляла 325,7, а у другой группы—354,8. Активность полифенолоксидазы равнялась соответственно 15,5 и 18,3. Таким образом оба фермента оказались активнее в пасоке растений, получивших длинно-дневные фотопериоды.

Изложенные выше данные наглядно показывают, что оптимальные для цветения фотопериодические воздействия, изменяя обмен веществ листьев, оказывают существенное влияние на корневую активность растений: усиливается поглатительная деятельность и повышается метаболическая активность корней.

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

ԼԵԳԻՍԼԱՑԻՈՆԻ ԱՐՄԱՏԱՎԻՆ ԱԿՏԻՎՈՐՅԱՆ ՎՐԱ ՖՈՏՈՍԻՆԹԵԶԻԿ ԱՎԳԵՑՈՐՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ֆոտոսինթեզիկ ուժի մեծությունը մակերեսը, ինչպես հայտնի է, հանդիսանում է տերևի Այդ գործոնի ազդեցության տակ վերջինս ենթարկվում է բազմաթիվ ֆիզիոլոգիական և բիոքիմիական փոփոխությունների, որի շնորհիվ փոխվում է նաև տերևներից ղեպի ածող օրգանները և հյուսվածքները շարժվող ասիմիլյատների որակը: Մազիկների և գեներատիվ օրգանների առաջացումը օպտիմալ ֆոտոսինթեզիկ պայմաններում կապված է հենց այս հանգամանքի հետ:

Ինչպես ցույց են տվել մեր կողմից կատարված փորձերը, տարբեր ֆոտոսինթեզիկ ուժի մեծ պայմաններում տերևներից ղեպի արմատները շարժվող օրգանական սննդանյութերի որակական փոփոխության հետևանքով արմատային սիստեմում փոխվում է ապոտային նյութափոխանակությունը, ֆերմենտների գործունեության ուղղվածությունը և այլն: Այս բոլորը հիմք են տալիս ենթադրելու, որ արմատների ղեպից ֆոտոսինթեզիկ ազդեցության հանդեպ ավելի բազմակողմանի է և որ այդ ազդեցությունը առաջին հերթին հանդես է գալիս արմատային սիստեմի մետաբոլիկ գործունեության ուժեղացման մեջ:

Տվյալ հարցի պարզարանման նպատակով 1964 թ. վեգետացիոն սեզոնում, մեր կողմից փորձեր են դրվել Լեգիսլացիոնների վրա: Բույսերի մեկ խումբը պահվել է կարճ, մյուսը՝ երկար օրվա պայմաններում: Մեկ ամիս անց նրանցից ստացված լաջի հյութի մեջ որոշվել է ամինոթթուների կազմը և պարունակությունը, ազոտի տարրերի ձևերի, ինչպես և շաքարների քանակը, պոլիֆենոլսթերոիդապային և պերօքսիդապային ակտիվությունը, գաղափար կազմելու համար փորձի ենթակա երկու խումբ բույսերի արմատների նյութափոխանակության ակտիվության տարբերության մասին:

Փորձերի արդյունքները մեզ բերել են այն եզրակացության, որ ծաղկման համար օպտիմալ ֆոտոսինթեզիկ ուժի մեծ զգալի ազդեցություն է թողնում բույսերի արմատային մետաբոլիկ ակտիվության վրա՝ ուժեղանում է լաջի հյութի արտահոսքը, մեծանում է վերջինիս մեջ չոր նյութի պարունակությունը, բարձրանում է արմատներում ամինոթթուների սինթեզի պրոցեսը:

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

- ¹ В. О. Казарян и Э. С. Авунджян, ДАН АН АрмССР, т. 27, № 2 (1953).
² В. О. Казарян и Э. С. Авунджян, ДАН АН АрмССР, т. 28, № 3 (1959). ³ В. О. Казарян, Э. С. Авунджян, К. А. Карапетян, ДАН АН АрмССР, т. 29, № 3 (1959).
⁴ В. О. Казарян, Э. С. Авунджян и К. А. Карапетян, ДАН АН АрмССР, т. 29, № 5 (1959). ⁵ В. О. Казарян, Э. С. Авунджян и К. А. Карапетян, ДАН АН АрмССР, т. 30, № 2 (1960). ⁶ В. О. Казарян, Физиологические основы онтогенеза растений, Изд. АН АрмССР, 1952. ⁷ В. О. Казарян и Э. С. Авунджян, ДАН АрмССР, т. 20, № 4 (1955). ⁸ С. Лисицкий и Г. Лаурент, Bull. Soc. Chem. biol., 37, 11, 1955. ⁹ Дж. Ров, Journ. Biol. Chem., V, 208, № 2, 1954. ¹⁰ Дж. Саммер и Р. Гессинг, Arch. Biochem. 2, 291, 1943. ¹¹ В. М. Катунский, Изв. АН СССР, сер. биол., т. 1, 1939. ¹² В. А. Бриллиант, Фотосинтез как процесс жизнедеятельности растений, Изд. АН СССР, 1949.
¹³ В. О. Казарян, Стадийность развития и старения однолетних растений, Изд. АН СССР, 1959. ¹⁴ Н. С. Петин, Физиология орошаемой пшеницы, Изд. АН СССР, 1959. ¹⁵ В. О. Казарян и Н. В. Балагезян, ДАН СССР, т. 103, № 2 (1955). ¹⁶ А. Л. Курсанов, Э. И. Вискребенцева, Физиология растений, т. 1, вып. 2, 1954.

К. А. Астабатьян и В. В. Фанарджян

Микроэлектродное исследование электрической активности нейронов зубчатого ядра мозжечка кошки

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР С. А. Мирзояном 30/IX 1965)

При изучении эфферентной деятельности мозжечка важное значение приобретает анализ организации передаточных реле мозжечкового влияния. При этом особое внимание должно быть уделено центральным ядрам мозжечка, которые могут быть рассмотрены не только как первая станция переключения эфферентных импульсов клеток Пуркинье, но и как центр их начальной интеграции. В настоящее время наряду с многочисленными морфологическими исследованиями (1-4) слабо изучены функциональные особенности кортико-ядерных проекций мозжечка (5, 6). Настоящая работа посвящена электрофизиологическому анализу зубчатого ядра мозжечка кошки.

Опыты проводились на взрослых кошках (2,5—3,5 кг) находящихся под смешанным хлоралозо-нембуталовым наркозом. Вскрывались полушарная и червячная области коры мозжечка. Для регистрации нейрональной активности зубчатого ядра использовались вольфрамовые электроды в стеклянной изоляции с диаметром кончика в 15 микрон. Это давало возможность одновременного изучения проведения двух-трех и более активных единиц. Отводящий электрод укреплялся на специальном микроманипуляторе, пристроенном к комбинированному стереотаксическому прибору Сцентаготан-Делла и вводился в различные области зубчатого ядра (*n. dentatus*) согласно разработанным стереотаксическим координатам (7).

Для раздражения коры мозжечка использовались пуговчатые электроды из хлорированного серебра диаметром 0,1 мм. Межэлектродное расстояние варьировало в пределах 0,5—4 мм. В качестве раздражителя применялись прямоугольные импульсы различной частоты, длительностью 0,02—0,5 мсек, амплитудой до 10 вольт или постоянный ток силой 0,1—1 мА. Регистрация производилась с трубки катодного осциллографа на непрерывно движущуюся фотопленку. Анализ деятельности отдельных нервных единиц производился визуально посредством выделения и подсчета равноамплитудных спайков.

Эксперимент завершался гистологическим контролем местоположения кончика отводящего электрода.

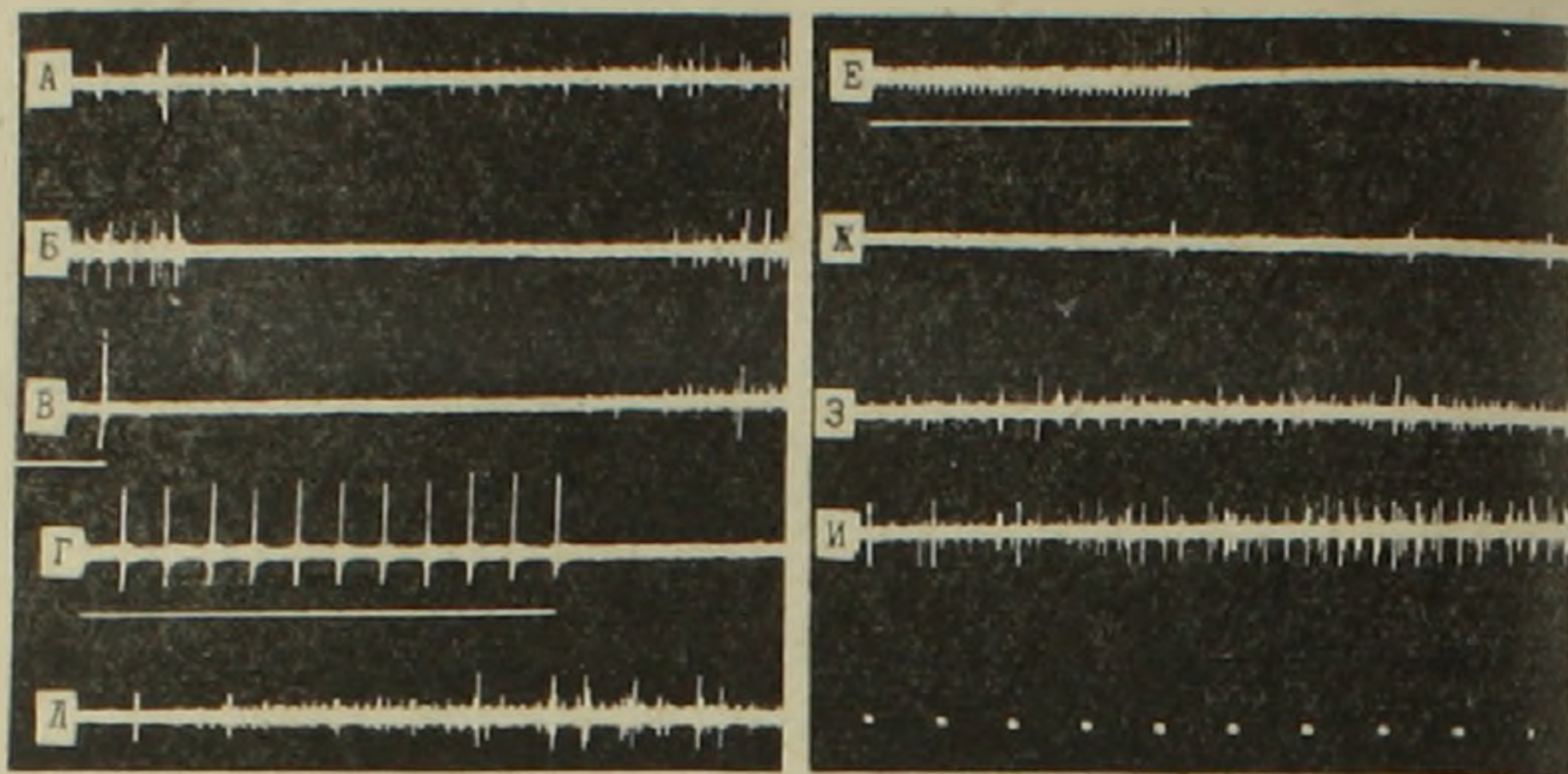
Проведенные эксперименты показали, что спайковая спонтанная активность нейрональных элементов зубчатого ядра мозжечка в большинстве случаев характеризуется частотой от 1-го спайка в несколько секунд до 50 спайков в секунду. Все исследованные единицы по их частотной характеристике ориентировочно подразделялись на следующие группы:

1) единицы с частотой спайковой активности от одного спайка в несколько секунд до двух-трех спайков в секунду; 2) единицы с активностью 6—15 в сек.; 3) единицы с частотой 22—50 в сек.

Последние две группы встречались чаще. Наряду с указанными группами отмечались нейроны с промежуточной частотой спайков. Описанная активность различных элементов зубчатого ядра выявлялась в виде одиночных, парных и групповых спайков. Наблюдались также «молчащие» единицы. Амплитуда зарегистрированных спайков доходила до 1,5 мв. Обычно наиболее высокую амплитуду имели низкочастотные спайки.

В ответ на раздражение коры мозжечка наблюдались изменения спайковой спонтанной активности элементов зубчатого ядра. Эти изменения обнаруживались при раздражении полушарных, ипсилатеральных по отношению к исследуемому ядру, областей коры мозжечка.

Наиболее характерным эффектом было торможение спонтанной активности элементов зубчатого ядра. Этот тип влияния представлен на фиг. 1, на которой зарегистрирована спонтанная активность, характеризующаяся наличием двух основных типов спайков: высокоамплитудных, возникающих в виде групповых вспышек (6—10 спайков) с интервалом до 500 мсек и сравнительно низкоамплитудных спайков следующих с частотой 20 сек (А). Одиночный прямоугольный импульс, приложенный к ножке II петлевидной дольки коры мозжечка, привел к полному торможению всех типов активностей в течение 680 мсек (Б). К тому же эффекту приводило раздражение с частотой 5 в сек. (В). На фиг. 1 (В) виден последний артефакт раздражения. Наблюдается полное торможение спайков как в течение раздражения, так и по его прекращении до 680 мсек. Кривая фиг. 1 Г иллюстрирует эффект раздражения с частотой 20 в сек. В этом случае торможение сохраняется до 1,1 сек. по прекращении раздражения. Последовательность выхода из торможения при этом дана на кривой Д. При раздражении с частотой 100 в сек. (фиг. 1 Е) имеется эффект сходный с предыдущими лишь с той разницей, что торможение продолжается до 7—10 сек. после прекращения раздражения. Постепенная активация единиц видна на кривых фиг. 1 Ж, З. На кривой фиг. 1 И показан феномен последействия, который наблюдался при любых частотах раздражения. Видно, что высокоамплитудные спайки в процессе отдачи не имеют прежнего вида групповых вспышек (по сравнению с А) и следуют с частотой до 30 в сек. Частота низкоамплитудных спайков также увеличена до 30 в сек.



Фиг. 1. Тормозные эффекты раздражения коры мозжечка (ножка II, петлевидная долька) на нейрональную активность ипсилатерального зубчатого ядра. А — спонтанная активность единиц зубчатого ядра; Б — влияние одиночного раздражения коры мозжечка на активность единиц зубчатого ядра; В — то же с частотой 5 в сек.; Г — то же с частотой 20 в сек.; Д — продолжение Г; Е — влияние раздражения с частотой 100 в сек; Ж, З — продолжение Е; И — феномен последействия. Мозжечок раздражается прямоугольными импульсами длительностью 0.1 мсек., напряжением 5 в. Одиночное раздражение отмечено точкой, частотные — прямой линией. Отметка времени по 100 мсек. Кошка под хлоралозо-нембуталовым наркозом. То же на остальных фигурах.

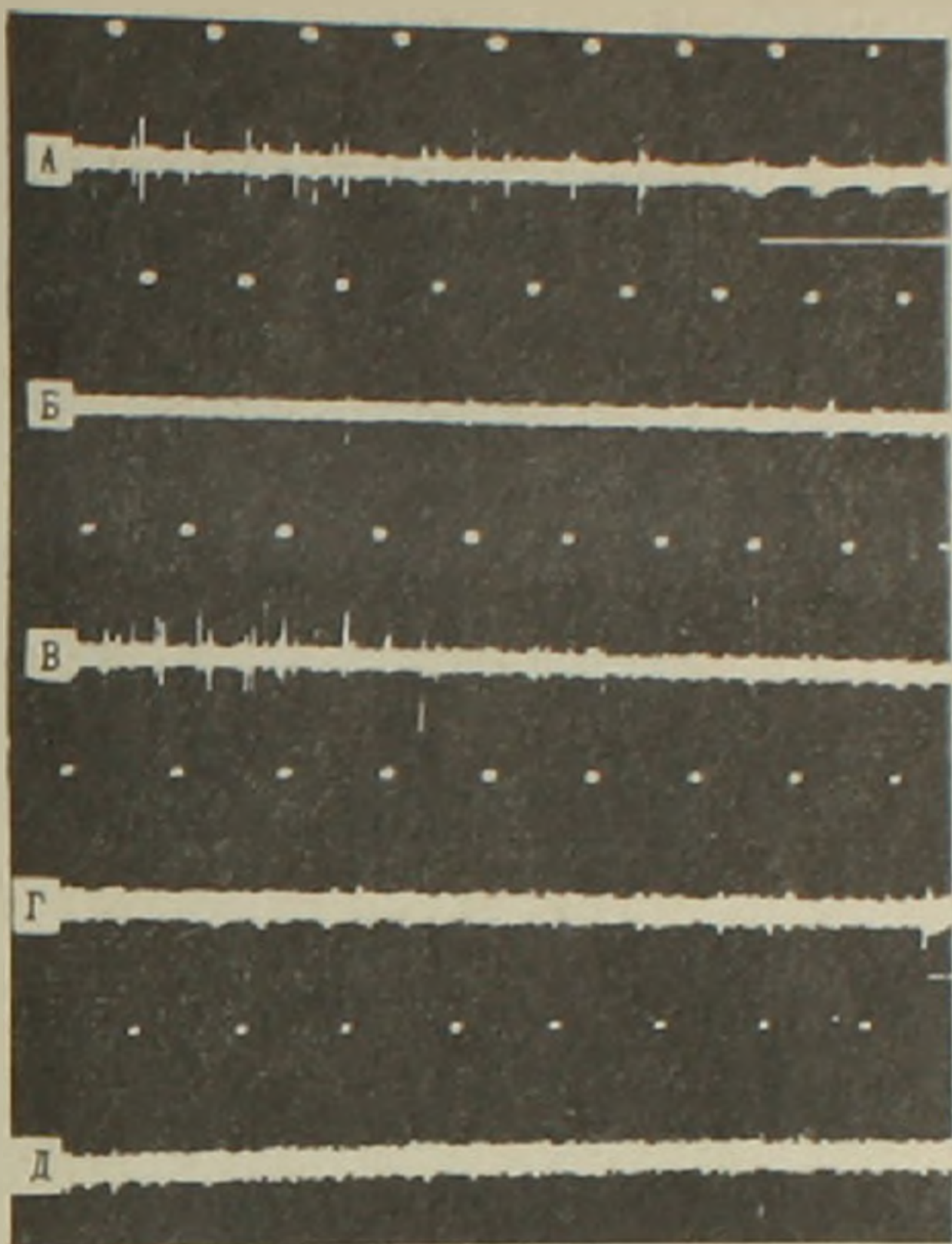
Впоследствии восстанавливается исходный фон. В описанном эксперименте местоположение как раздражающих, так и отводящих электродов не изменялось.

Кроме всего вышеотмеченного обращает на себя внимание тот факт, что при раздражении любой частотой в случае тормозного влияния сохраняется одна и та же последовательность выхода из торможения (фиг. 1 Б, В, Д, Ж, З), а именно, в первую очередь высвобождаются низкоамплитудные единицы, а затем — высокоамплитудные. Надо отметить, что эта последовательность обнаруживалась и при раздражении постоянным током. Это позволяет предполагать наличие сходного механизма при развитии тормозных эффектов в ответ на различные частоты раздражения коры мозжечка. Дальнейшее изучение феномена последействия показало, что в ряде случаев процесс высвобождения нейрональных элементов зубчатого ядра от тормозного воздействия может сопровождаться вовлечением новых единиц, ранее необнаруживаемых в спонтанной активности. Пример этого иллюстрирует фиг. 2, на которой зарегистрирована спонтанная активность трех единиц: высокоамплитудной с частотой 9 в сек., среднеамплитудной — 18 в сек., низкоамплитудной — 10 в сек. (фиг. 2 А). Раздражение коры мозжечка с частотой 20 в сек. приводит к полному торможению всех типов активностей (фиг. 2 А, Б) с последующим выходом их из тормозного состояния (фиг. 2 Б, В). При этом наряду с учащением активностей вышеописанных трех типов единиц (см. фиг. 2 А) наблюдается появление активностей новых единиц — редких гигантских спайков (фиг. 2 В). В случае слабой

фоновой активности (фиг. 2 Г) включение новых единиц в фазе последствия особенно показательно (фиг. 2 Д). Аналогичный эффект наблюдался и при раздражении коры мозжечка постоянным током.

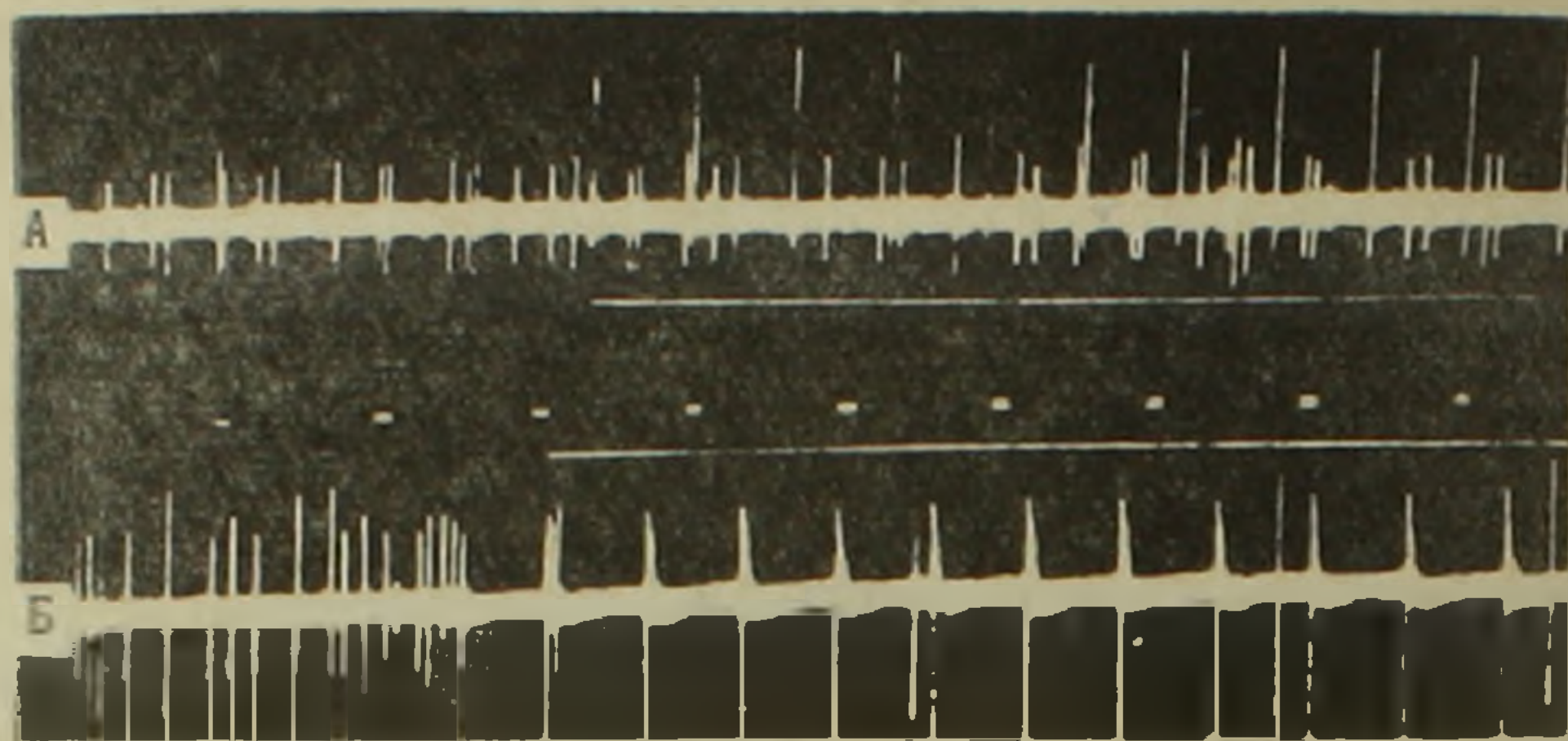
В некоторых случаях было отмечено избирательное тормозное влияние раздражения коры мозжечка на нейрональные элементы зубчатого ядра, при котором наблюдалось полное подавление активности одних элементов и отсутствие заметных влияний на другие (фиг. 3 Б). Редко раздражение полушарных отделов мозжечка не приводило к каким-либо изменениям спонтанной активности единиц зубчатого ядра (фиг. 3 А).

Наряду с вышеописанными тормозными влияниями были обнаружены облегчающие эффекты на нейрональную активность зубчатого ядра при стимуляции коры мозжечка. В опыте, представленном на фиг. 4, спонтанная активность, регистрируемая из зубчатого ядра, выражалась парой спайков, возникающей каждые 4—5 сек. Избранный масштаб времени не позволил показать этот тип спонтанной активности на фигуре из-за редкого его возникновения. Раздражение коры мозжечка с частотой 20 в сек. привело к возрастающему облегчающему эффекту, который сохранился и после прекращения раздражения в течение 700—800 мсек (фиг. 4 А, Б). Такая же картина наблюдалась и при раздражении более редкими частотами (1—5—10 в сек.). Облегчающий эффект был получен и при высокочастотном раздражении того же участка коры мозжечка. Однако в этом случае, в отличие от предыдущего, прекращение раздражения сопровождалось торможением активности, длящимся 400—500 мсек, после чего регистрируемая единица вновь разряжалась с нарастающей частотой в течение 700 мсек (фиг. 4 В). Впоследствии восстанавливался исходный фон спонтанной активности. Таким образом, на примере описанного эксперимента видно, что в случае облегчающего влияния, различные частоты раздражения коры мозжечка со-

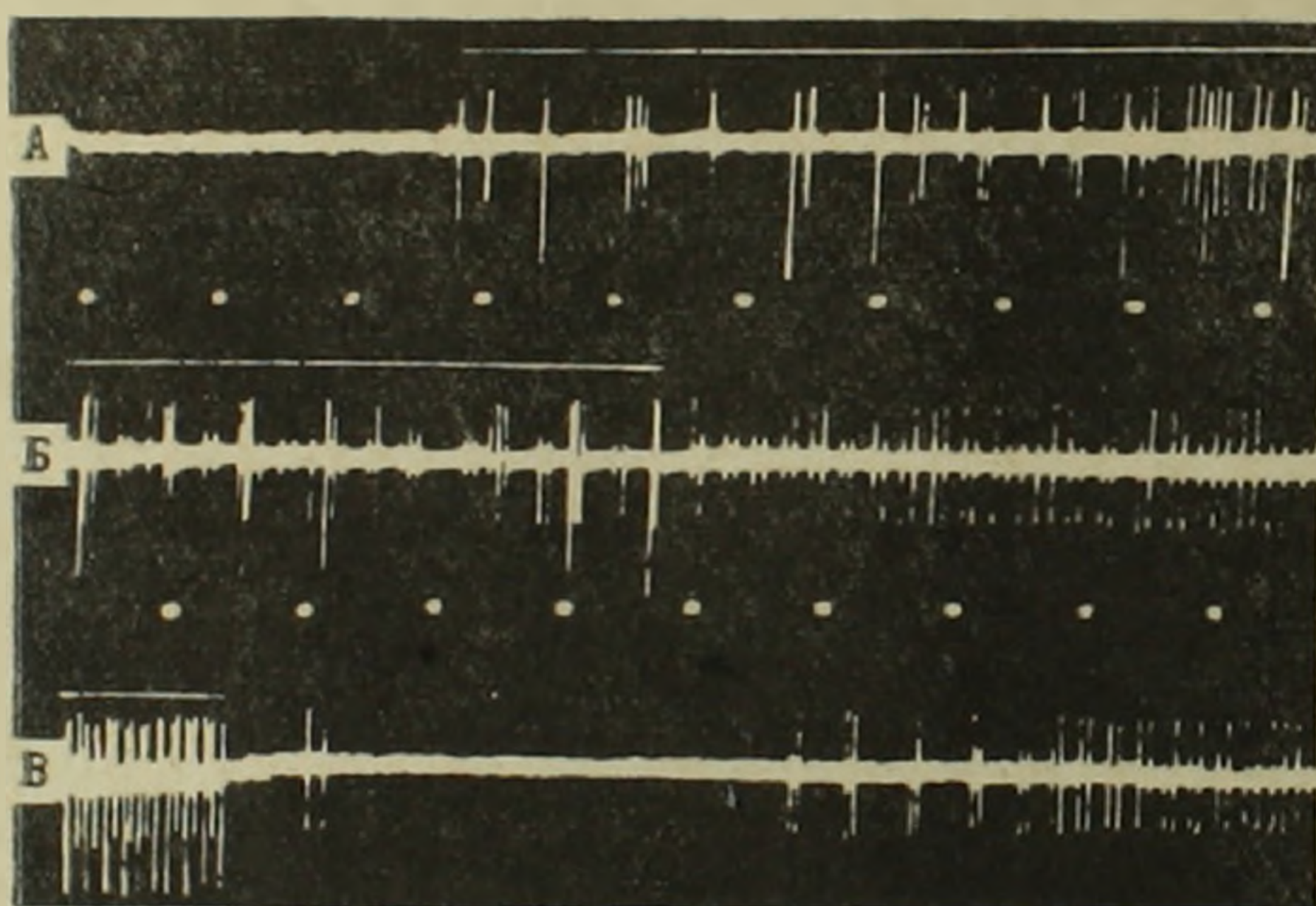


Фиг. 2. Феномен последствия нейрональной активности зубчатого ядра от раздражения ипсилатеральной коры мозжечка. А—торможение спайковой активности зубчатого ядра при раздражении медиального лепестка ножки II петлевидной долики коры мозжечка (частота — 18 в сек.; дл. имп. — 0,1 мсек; напряж. — 5,0 в); Б, В — продолжение А. Развитие феномена последствия; Г — другой опыт. Раздражение ножки I петлевидной долики коры мозжечка (частота 18 в сек; дл. — 0,5 мсек; напряж. 5 в), при отсутствии спайковой активности в регистрируемой точке зубчатого ядра; Д — продолжение Г. Феномен последствия. Активация ранее „молчащих“ единиц. Отметка времени по 100 мсек.

проводятся разными эффектами последствия нейрональной активности зубчатого ядра.



Фиг. 3. А — отсутствие влияния раздражения петлевидной долики коры мозжечка (частота 18 в сек; дл. — 0,5 мсек; напряж. — 5 в) на спайковую активность зубчатого ядра; Б — избирательное тормозное влияние раздражения ножки I петлевидной долики коры мозжечка (частота 18 в сек; дл. — 0,5 мсек, напряж. — 4,5 в) на активность различных нейрональных элементов зубчатого ядра. Гигантские спайки не подавляются. Отметка времени по 100 мсек.



Фиг. 4. Облегчение спайковой активности ипсилатерального зубчатого ядра при раздражении ножки II петлевидной долики коры мозжечка (дл. — 0,5 мсек; напряж. 4,5 в). А — возникновение спайков в ответ на каждый стимул в цепи раздражения. Частота раздражения 18 в сек; Б — продолжение А. Эффект облегчения усиливается после прекращения раздражения; В — облегчающее влияние раздражения коры мозжечка с частотой 100 в сек. По прекращению раздражения наблюдается тормозное последствие, сменяющееся облегчением спайковой активности зубчатого ядра. Отметка времени по 100 мсек.

Заключение. Спонтанная активность нервных единиц зубчатого ядра мозжечка кошки характеризуется спайковой активностью частотой от одного в несколько секунд до 50 спайков в секунду.

Раздражение полушарных областей коры мозжечка приводит к торможению одних единиц и к облегчению других. Чаще наблюдается тормозное влияние. По прекращению раздражения коры мозжечка в большинстве случаев наблюдается выраженный феномен последействия.

В случае облегчающего влияния раздражения коры мозжечка обнаруживается зависимость характера последействия от частоты приложенных импульсов. Эта зависимость не выявляется в случае тормозного влияния. Поэтому предполагается наличие сходного механизма при развитии тормозных эффектов в ответ на различные частоты раздражения коры мозжечка.

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

Կ. Ա. ԱՍՏԱՐԱՏՅԱՆ Ե Վ. Վ. ՅԱՆԱՐՋՅԱՆ

Կապի ուղեղիկի առամնավոր կորիզի նեյրոնների էլեկտրական ակտիվության միկրոէլեկտրոդային հետազոտությունը

Կատուների մոտ, սուր փորձերում ուսումնասիրվել են ուղեղիկի առամնավոր կորիզի նեյրոնային տարրերի ինքնածին և հրահրված ակտիվության առանձնահատկությունները:

Ողտագործվել է առանձին նեյրոնային միավորների սպայկ ակտիվության միկրոէլեկտրոդային գրանման մեթոդը:

Ցույց է տրված, որ հիշյալ կորիզի նեյրոնային տարրերի ինքնածին ակտիվությունը, ըստ հաճախականության, բնութագրման կարող է բաժանվել մի քանի խմբերի: Այդ հաճախականությունը տատանվում է մի քանի վայրկյանի ընթացքում 1-ից մինչև 50 սպայկ մեկ վայրկյանում:

Հայտնաբերվել է ուղեղիկի կեղևի տարրեր հատվածների արգելակիչ և հեշտացնող ազդեցությունը առամնավոր կորիզի նշված ակտիվության վրա: Նկարագրված են նաև արգելակող և հեշտացնող հետազդեցության էֆեկտները, որոնք ստացվում են ուղեղիկի համանման կողմի կիսագլխի կեղևի բլթիկների զրգոման ժամանակ:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Վ Ա Ն Ո Ւ Ր Ե Ց Ո Ւ Ն

¹ Я. Янсен, А. Бродал, J. Comp. Neurol., 73, 267—321, 1940. ² Я. Янсен, А. Бродал, Aspects of cerebellar anatomy, Oslo, 1954. ³ Д. Гудман, Р. Галлет, Р. Велч, J. Comp. Neurol., 121, 51—63, 1963. ⁴ П. Мэер, J. Comp. Neurol., 120, 81—104, 1963. ⁵ Ардуини, О. Помпеано, Arch. Ital. de Biol., 95, 56—70, 1957. ⁶ М. Ито, М. Номида, K. Obata, Experientia, 20, 575—577, 1964. ⁷ Р. Снайдер, В. Нумер, A stereotaxic atlas of the cat brain, Chicago, 1961.

С. А. Мирзоян, чл.-корр. АН Армянской ССР, и Р. А. Григорян

Предупреждение возникновений экспериментальных язв желудка джермукской минеральной водой и некоторая зависимость наблюдаемых эффектов от изменения гистаминопексической способности тканей

(Представлено 1/II 1966)

Изучение действия минеральных вод на проявление защитных реакций организма при нанесении чрезвычайных и вредоносных раздражителей следует считать наименее исследованной в экспериментальной курортологии. Между тем минеральные воды по своим физико-химическим свойствам и многогранностью действия, по-видимому, наиболее способны проявить предупреждающий эффект на воздействие патогенных факторов внешней и внутренней среды.

И. П. Павлов (¹), характеризуя влияние минеральных вод, подчеркивал, что «...если во всевозможные лечебные средства примешиваются и должны быть учтены различные стороны действия, то в особенности это нужно сказать о действии минеральных вод, которое состоит из целого ряда элементов, значение которых еще не оценено».

Приступая к выполнению настоящей работы, мы считали необходимым, во-первых, обнаружить участие курсового приема джермукской минеральной воды в защите стенки желудка от рефлкторной язвы, во-вторых, сопоставить эффекты предупреждения возникновений язв желудка джермукской водой от изменения гистаминопексической способности (ГПС) тканей желудка.

При этом гистаминопексическая (²) и гистамино-формирующая способности (³) рассматриваются как проявление приспособительных реакций организма на чрезвычайные раздражители.

Обращает на себя внимание то, что первые наблюдения были проведены на людях. Обнаруживается, что сыворотка здорового человека (⁴⁻⁵) обладает способностью нейтрализовать гистамин, а сыворотка больных с аллергическими заболеваниями лишена гистаминопексического свойства (⁶). В дальнейшем (⁷) устанавливается, что сыворотка больных с язвой желудка и двенадцатиперстной кишки в стадии обострения также лишается гистаминопексического действия. Между тем как сыворотка здорового человека связывает около 30% добавленного к ней гистамина (⁸). Детальный экспериментальный анализ показывает (^{9, 10}), что сыворотка некоторых видов животных, особенно морских свинок и крыс, обладает способностью связывать гистамин, при этом результаты опытов свидетельствуют, что помимо крови и другие ткани

животных — мозг, печень, желудок, кишки. легкие и кожа обладают гистаминопексической способностью. Эти исследования подтвердились и в опытах с использованием меченого гистидина (¹¹).

Противоязвенное действие джермукской минеральной воды изучалось на белых крысах в условиях предварительного приема минеральной воды на 10-й, 15-й, 20-й, 25-й дни до нанесения раздражителя на пилородуоденальную область желудка. Одновременно проводились и морфологические исследования.

Определение гистаминопексической способности тканей желудка проводилось в норме на 5-й, 10-й, 15-й, 20-й, 25-й дни приема минеральной воды и в условиях воспроизведения рефлкторной язвы желудка (¹²).

Через 24 часа после вызывания рефлкторных язв животные забивались и извлекались желудки. Макроскопически осматривалась слизистая оболочка желудка, подсчитывалось количество видимых эрозий и язв, определялся размер последних. Условное деление язв на мелкие, средние и крупные производилось на основании величины их диаметров: мелкие от 0,5 до 1,5 мм, средние от 1,5 до 2,5 мм, крупные от 2,5 мм и больше. Одновременно брались кусочки тканей желудка для определения их гистаминопексической способности в различные периоды курсового приема минеральной воды Джермук в норме и патологии.

Гистаминопексическое свойство тканей желудка определялось хромотографическим методом (¹³) с некоторой модификацией (¹⁰). Обычно для анализа брались 2—3 желудка. Подопытные животные находились на определенном пищевом режиме. Опыты поставлены на 90 белых крысах.

Результаты исследования показывают, что при приеме джермукской минеральной воды обнаруживается высокое противоязвенное действие и степень выраженности его находится в определенной зависимости от продолжительности приема минеральной воды.

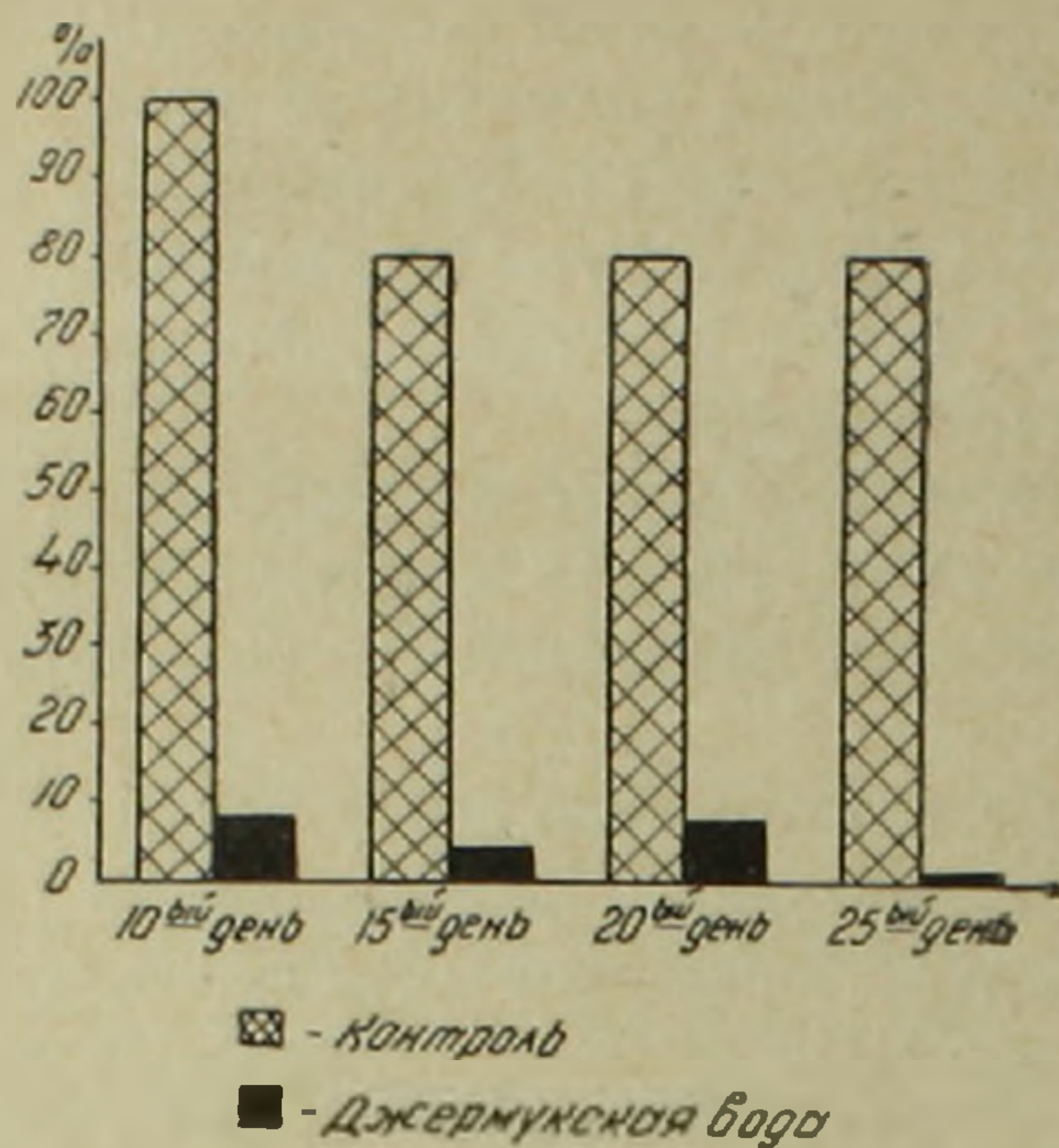
У контрольной группы животных при вскрытии желудка через 24 часа после нанесения травмы на дуоденальную область в 80—100% случаев наблюдались большие деструктивные изменения в стенке желудка. Отмечалась резкая отечность слизистой, гиперемия, синюшность, разлитые и точечные геморрагии. Наряду с этим обнаруживались эрозии и множественные язвы.

Между тем как у подопытных животных, которые предварительно перед нанесением травмы пили джермукскую минеральную воду, деструктивные поражения слизистой желудка составляли незначительный процент.

Наиболее существенным в проявлении защитного действия джермукской воды было то, что предупреждались образования язвы, слизистая оставалась бледно-розовой, складчатость ее была сохранена.

Анализ данных показывает, что на 10-й день предварительного приема минеральной воды Джермук деструктивные изменения в стенке желудка составляли не больше 8%, на 15-й день они уменьшались до

4%, на 20-й день наблюдался подскок до 8%, а на 25-й день отмечается полное отсутствие язвы (фиг. 1).



Фиг. 1.

Таким образом, из полученных экспериментальных данных явствует, что прием минеральной воды Джермук обнаруживает выраженную способность защитить стенку желудка от рефлкторной язвы. В этом и следует усматривать большую профилактическую роль минеральной воды. Сопоставляя литературные данные по защите стенки желудка фармакологическими средствами от рефлкторной язвы (14) с предупреждающими эффектами минеральной воды, следует подчеркнуть, что предварительный прием минеральной воды Джермук обнаруживает более выраженное действие, чем лекарственные препараты.

Результаты опытов с определением гистаминопексической способности тканей желудка в период курсового приема джермукской воды в норме и при язве желудка в условиях предварительного ее приема показывают, что заметно повышается гистаминопексическая способность тканей желудка. Данные представлены в табл. 1.

Таблица 1
Влияние курсового приема джермукской минеральной воды на гистаминопексическую способность тканей (в процентах связывания гистамина)

Прием минеральной воды	ГПС	Р
Норма	$53 \pm 1,0$	
5-й день	$55 \pm 1,0$	0,5
10-й день	$80 \pm 1,1$	$>0,02$
15-й день	$71 \pm 1,3$	0,25
20-й день	$72 \pm 2,0$	0,25
25-й день	$83 \pm 0,9$	$>0,02$

Как видно из таблицы, в первые 5 дней ежедневного приема минеральной воды ГПС составляет $55 \pm 1,0\%$.

На 10-й день приема джермукской минеральной воды гистаминопексический эффект равен $80 \pm 1,1\%$. На 15-й, 20-й день приема воды увеличение гистаминопексической способности ткани статистически не- достоверно.

Наиболее выраженное нарастание ГПС отмечается на 25-й день приема и составляет $83 \pm 0,9\%$. В контрольных опытах с пресной водой гистаминопексия равна $53 \pm 1,0\%$.

Результаты определения гистаминопексической способности стенки поврежденного желудка в условиях предварительного питья минеральной воды также показывают нарастание эффекта гистаминопексии, причем наиболее выраженная гистаминопексия обнаруживается на 20-й день приема воды— 84% . На 25-й день наблюдается определенное понижение гистаминопексической активности и составляет 70% . Обращает на себя внимание, что гистаминопексия поврежденного желудка с предварительным приемом джермукской минеральной воды выражена сильнее, чем ГПС тканей желудка с рефлкторной язвой без предварительного питья минеральной воды, где ГПС равна $64,5\%$. Сопоставляя результаты опытов с предупреждением поражений желудка джермукской минеральной водой, с данными гистаминопексической активности тканей желудка, можно заключить, что наблюдается некоторая взаимосвязь и взаимообусловленность.

Установленный факт свидетельствует о защитной роли гистаминопексической способности тканей желудка в условиях патологии. Следовательно, гистаминопексия является одним из эффективных защитных механизмов организма, нарушение которой может иметь определенное значение, особенно в патогенезе язвенной болезни.

Таким образом, обнаруживаются новые стороны действия минеральной воды, имеющие весьма существенное значение в профилактике заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Институт курортологии
и физических методов лечения
Министерства здравоохранения Армянской ССР

Ս. Հ. ԱՐԻՋՈՅԱՆ, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ րդրակից-անդամ, և Ռ. Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

**Ստամոքսի խոցի առաջացման կանխումը Ջերմուկի հանքային ջրով
և ցրա սրուց կապը հյուսվածքի հիստամինոպեկսիկ հատկությամբ
փոփոխության հետ**

Քրոնիկական փորձարկումների պայմաններում սպիտակ առնետների վրա հաստատված է, որ Ջերմուկի հանքային ջրի նախնական ընդունումը ցուցաբերում է բարձր հակախոցային հատկություն, որի արտահայտման աստիճանը գտնվում է որոշակի կապի մեջ հանքային ջրի ընդունման տեղությունից: Նշված փաստը ցույց է տալիս Ջերմուկի հանքային ջրի պրոֆիլակտիկ դերը խոցի կանխման գործում:

Միաժամանակ ստամոքսի հյուսվածքների հիստամինոպեկսիկ հատկության որոշման արդյունքները Ջերմուկի հանքային ջրի կուրսային ընդունման ընթացքում՝ նորմայում և պաթոլոգիայում՝ Ջերմուկի հանքային ջրի նախնական ընդունման պայմաններում, ցույց են տալիս հիստամինոպեկսիկ հատկության բարձրացում բոլոր փորձերում:

Համադրվելով Զերմուկ հանքային ջրով ստամոքսի պատի ախտահարման կանխման փորձարկումները ստամոքսի հյուսվածքների հիստամինոպեկսիկ ակտիվության տվյալների հետ դիտվում է որոշակի կապ և փոխադարձ պայմանավորվածություն:

Հայտնաբերված փաստը ցույց է տալիս ստամոքսի հյուսվածքի հիստամինոպեկսիկ հակության պաշտպանողական դերը պաթոլոգիայի պայմաններում:

Այսպիսով հայտնաբերվել է հանքային ջրի լազոցության նոր կողմ, որն ունի ձեռնարկելիություն ստամոքս-աղիքային տրակտի ախտահարումների պրոֆիլակտիկայում:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ И. И. Павлов, Полное собрание трудов, т. 5. 361, 1949. ² Ж. Л. Парро, Д. А. Юркюа, С. Лаборд, С. R. Soc. Biol., v. 145, № 11—12, 885, 1951. ³ Г. Карсон, Р. Энгерн Елза, Annual review of pharmacology, vol. 5, 305, 1965. ⁴ Р. Бенда, Д. А. Юркюа, С. R. Soc. Biol., v. 142, 167, 1948. ⁵ Ж. Л. Парро, Д. А. Юркюа, С. Лаборд, С. R. Soc. Biol., v. 145, № 13—14, 1045, 1951. ⁶ С. А. Кассиль и И. Л. Вайсфельд, Пат. физиол. № 3, 16, 1959. ⁷ Л. М. Ишимова и Ю. П. Бородин, „Советская Медицина“ № 7, 27, 1962. ⁸ Ж. Л. Парро, С. Лаборд, С. R. Soc. Biol., v. 146, № 21—22, 1662, 1952. ⁹ Ж. Л. Парро и С. Лаборд, in Symposium on Histamine, 52, 1956, London. ¹⁰ Е. Н. Кричевская и Г. В. Капитонова, ДАН СССР, т. 123, № 1, 68 (1958). ¹¹ Р. В. Шейер, Р. Л. Смайли, К. Дж. Дэвис, Proc. Soc. Exp. Biol. and Med. 87, № 3, 590, 1954. ¹² И. С. Заводская, Бюлл. exper. биол. и мед. 1, 26, 1954. ¹³ У. Ф. Урбрах, Л. Жискифр, Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., 68, № 3, 430, 1948. ¹⁴ С. В. Анчиков и И. С. Заводская, Фармакотерапия язвенной болезни, 1965.

