

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր  
Д О К Л А Д Ы

LXV, № 4

1977

Խմբագրական կոլեգիա

Գ. Ա. ԱՐՁՈՒՄԱՆՅԱՆ, տեխն. գիտ. թեկնածու (պատ. Լաւրատոր), Է. Գ. ԱՏՐԻՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ա. Բ. ԲԱՐԱՏՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Հ. Խ. ԲՈՒՆՅԱԹՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Ա. ԹԱԼԱԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Մ. ԹԱՌԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Հ. ՀԱՐՈՒՐՁՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագրի տեղակալ), Հ. Գ. ՄԱՂԱԹՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագիր), Գ. Ս. ՍԱՀԱԿՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ո. Մ. ՍԱԳՈՆՁՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻՔԱՅԵԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Բ. ՅԱՆԱՐՁՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик, Г. А. АРЗУМАНЯН, канд. техн. наук (отд. секретарь), Э. Г. АФРИКЯН, чл. корр. АН АрмССР, А. Т. БАБАЯН, академик АН АрмССР, Г. Х. БУНЯТЯН, академик АН АрмССР, В. О. КАЗАРЯН, академик АН АрмССР (зам. отв. редактора), И. Г. МАГАКЬЯН, академик АН АрмССР, А. Г. НАЗАРОВ, академик АН АрмССР (отв. редактор), Г. С. СААКЯН, чл. корр. АН АрмССР, О. М. САПОНДЖЯН, чл. корр. АН АрмССР, А. А. ТАЛАТЯН, чл. корр. АН АрмССР, В. М. ТАРАЯН, чл. корр. АН АрмССР, М. Л. ТЕР-МИКАЕЛЯН, чл. корр. АН АрмССР, В. В. ФАНАРДЖЯН, чл. корр. АН АрмССР

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Ք Յ Ո Ւ Ն

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Է. Ա. Դանիելյան, Վ. Գ. Ուշակով — <i>Ек[Г][I]∞ սխտեմի հերթի երկարության մասին</i> . . . . .	153
Ո. Ո. Ազայան, Ա. Գ. Սարսիսյան — <i>Ազամարի մատրիցայի կառուցման մասին</i> . . . . .	159
Լ. Ե. Մենդարյան — <i>Կիսահարթությունում որոշ ուղղայն ֆունկցիաների դասերի մուլտիպլիկատիվ ներկայացման մասին</i> . . . . .	204
Լ. Հ. Ասլանյան, Վ. Մ. Կաբախանյան — <i>Դիսկրետ իզոպերիմետրիկ խնդրի լուծումների ընդհանուր նկարագիրը</i> . . . . .	211
Գ. Ա. Բարսեղյան — <i>երկրաչափական մոտեցում ուղիղ մակերևույթների ճյուղավորման պրոբլեմին</i> . . . . .	216

ԵՐԿՐԱՐԱՆՈՒՔՅՈՒՆ

Ա. Տ. Ասլանյան, Մ. Ա. Սարյան — <i>Փոքր կովկասի Զանգեզուրի օֆիոլիտային գոտին</i> . . . . .	220
---	-----

ՊԵՏՐՈԳՐԱՅԻԱ

Ա. Բ. Առուսյան, Յ. Վ. Կամիսենկո — <i>Հայկական ՍՍՀ ուլտրամաֆիտների կազմավորման խորությունների մասին</i> . . . . .	227
--	-----

ՄԻԿՐՈԲԻՈԼՈԳԻԱ

Ն. Լ. Փայսոյան, Մ. Փ. Զայլախյան — <i>Ֆիզիոլոգիապես ակտիվ նյութերի առաջացումը պայարարակտերիաների կողմից և նրանց ազդեցությունը թիթևոնածաղկավոր բույսերի վրա</i> . . . . .	233
---	-----

ԲԻՈԸԻՄԻԱ

Ա. Ա. Գալոյան, Ո. Ո. Ալեխանյան, <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Ն. Ի. Իվանով</span> — <i>Նեյրոհորմոն օՇո-ի մասնակցությունը մկանների պլաստիկ տոնուսի կարգավորման գործում</i> . . . . .	238
--	-----

ՄԻՋԱՏԱՐԱՆՈՒՔՅՈՒՆ

Վ. Ի. Պիսկունով — <i>Նոր տեսակ Ornithovalva Coziman y սեռի (Lepidoptera, Gelechiidae) հայկական ՍՍՀ-ից</i> . . . . .	242
---	-----

ԴԵՂԱՐԱՆՈՒՔՅՈՒՆ

Ս. Հ. Միրզոյան, Է. Ն. Մխեյան, Է. Ս. Սեկոյան, Օ. Գ. Սոցկի — <i>Քիմիական կառուցվածքի և ուղեգալին առյան շրջանառության վրա ունեցած ազդեցության կապը սֆինգոլիպիդների շարքում</i> . . . . .	245
---	-----

ՖԻԶԻՈԼՈԳԻԱ

Ա. Ա. Հեմիմյան, Գ. Ն. Գրիգորյան, Բ. Ա. Հաբուրյունյան — <i>Կուզակ — Պուլվիկարի դերը տեսողական ինֆորմացիայի մշակման պրոցեսներում</i> . . . . .	252
--	-----

## СОДЕРЖАНИЕ

Стр

### МАТЕМАТИКА

Э. А. Даниелян, В. Г. Ушаков—О длине очереди системы $E_n G 1 \infty$ . . . . .	153
С. С. Агаян, А. Г. Саруханян—К построению матриц Адемара . . . . .	199
Л. Х. Меграбян—О мультипликативных представлениях некоторых классов регулярных функций в полуплоскости . . . . .	201
Л. А. Асланян, В. М. Караханян—Общее описание решений дискретной периметрической задачи . . . . .	211
Г. А. Барсегян—Геометрический подход к проблеме разветвленности римановых поверхностей . . . . .	216

### ГЕОЛОГИЯ

А. Т. Асланян, М. А. Сатиан—Зангезурский офнолитовый пояс Малого Кавказа . . . . .	220
--	-----

### ПЕТРОГРАФИЯ

С. Б. Абовян, Ф. В. Каминский—О глубинности формирования ультрамафитов Армянской ССР . . . . .	227
--	-----

### МИКРОБИОЛОГИЯ

Н. Л. Каладжян, М. Х. Чайлахян—Образование физиологически активных веществ клубеньковыми бактериями и их влияние на бобовые растения . . . . .	233
--	-----

### БИОХИМИЯ

А. А. Галоян, С. С. Алексанян, <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">И. Н. Иванов</span> —К вопросу об участии нейрого гормона «С» в регуляции пластического тонуса мышц . . . . .	238
---	-----

### ЭНТОМОЛОГИЯ

В. И. Пичунов—Новый вид рода <i>Ornativalva</i> Gozinpny (Lepidoptera, Gelechiidae) из Армянской ССР . . . . .	242
--	-----

### ФАРМОКОЛОГИЯ

С. А. Мирзоян, Э. Е. Мхоян, Э. С. Секоян, О. П. Соцкий—Связь между химическим строением и церебральной вазоактивностью в ряду сфинголипидов . . . . .	245
---	-----

### ФИЗИОЛОГИЯ

А. А. Экимян, Г. Е. Григорян, Б. А. Арутюнян Козак—Роль пульвинара в процессах обработки зрительной информации . . . . .	252
--	-----

C O N T E N T S

p.

MATHEMATICS

*E. A. Dantellan, V. G. Ushakov* — On a queue length in queuing system of  $E_k/G/1/\infty$  type . . . . . 153

*S. S. Agayan, A. G. Saruckanian* — On a construction of Hadamard S matrices . . . . . 199

*L. Kh. Mehrabian* — Multiplicative representation of certain classes of regular functions in a half plane . . . . . 204

*L. A. Aslanian, V. M. Karakhanian* — General description of the discrete Isoperimetric solutions of problems . . . . . 211

*G. A. Barsegian* — Geometric approach to the problem of ramification of surfaces . . . . . 216

GEOLOGY

*A. T. Aslanian, M. A. Satian*, The Zangezur ophiolite belt of the Minor Caucasus . . . . . 220

PETROLOGY

*S. B. Abovian, F. V. Kaminsky* — About the depth of formation of ultramafites of the Armenian SSR . . . . . 227

MICROBIOLOGY

*N. I. Kaladjian, M. Kh. Chailakhian* — Formation of physiological active substances by nodule bacterium and their influence on the legume plants . . . . . 233

BIOCHEMISTRY

*A. A. Galoyan, S. S. Alexanian, I. T. Ivanov* — About The problem of the neurohormone „C” participation in the regulation of plastic tonus of muscles . . . . . 238

ENTOMOLOGY

*V. I. Piskunov* — New species of the genus *Ornativalva* Gozmany (Lepidoptera, Gelechiidae) from the Armenian SSR . . . . . 242

PHARMACOLOGY

*S. A. Mirsoyan, E. E. Mkhryan, E. S. Siskoyan, O. P. Sotski* — The relationship between chemical structure and cerebral vasoactivity in sphingolipids . . . . . 245

PHYSIOLOGY

*A. A. Ekimian, G. E. Grigorian, B. A. Hirutunian* — Kozak the role of pulvinar in the processing of visual information . . . . . 252

Технический редактор Л. Л. АЗИЗБЕКЯН

ВФ 02585 Подписано к печати 23 I 1978 г. Тираж 550. Изд. 4727. Заказ 821

Формат бумаги 70x108<sup>1</sup>/<sub>6</sub>. Печ. л. 4,0. Бум. л. 2,0.

Усл. печ. л. 5,6. Уч. изд. листов 4,57.

Типография Издательства АН Армянской ССР, Ереван, Барекомутян 24

Эчмиадзинская типография Изд. АН Армянской ССР

УДК 519.7

МАТЕМАТИКА

Э. А. Даниелян, В. Г. Ушаков

О длине очереди системы  $E_k/G|1|\infty$

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Р. Р. Варшамовым 21/VI 1977)

1<sup>o</sup>. В одноканальную систему массового обслуживания поступает рекуррентный поток вызовов. причем интервалы  $\tau_i$  между последовательными поступлениями вызовов представимы в виде:  $\tau_i = \xi_1 + \dots + \xi_k$ . Случайные величины (сл. в.)  $\xi_i$  ( $i = \overline{1, k}$ ) независимы в совокупности и  $P\{\xi_i < x\} = 1 - e^{-a_i x}$ ,  $a_i > 0$ ,  $x \geq 0$ . Длительности обслуживания суть независимые в совокупности и не зависящие от процесса поступления сл. в. с функцией распределения  $B(t)$  и плотностью  $b(t)$ .

Можно сказать, что каждый вызов до поступления в систему проходит к экспоненциально распределенных фаз поступления.

В начальный момент система свободна от вызовов и протекает 1-ая фаза.

Пусть:  $n(t)$  — длина очереди и момент времени  $t$ ;  $x(t)$  — время прошедшее с начала обслуживания вызова до момента  $t$ , обслуживаемого в момент  $t$ ;  $i(t)$  — номер фазы поступления, на которой находится в момент  $t$  очередной поступающий вызов.

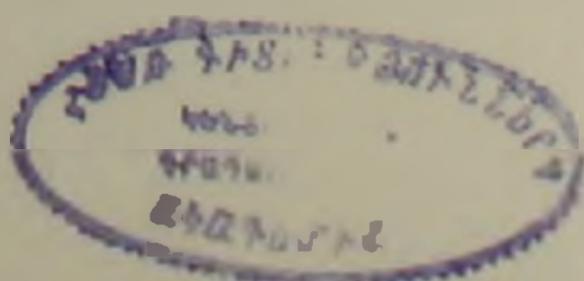
Положим

$$\beta(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} dB(t); \quad \beta_i = \int_0^{\infty} t^i dB(t);$$

$$\bar{P}_i(n, x, t) dx = P\{n(t) = n, i(t) = i, x \leq x(t) < x + dx\};$$

$$P_i(z, x, t) = \sum_{n \geq 1} z^n \bar{P}_i(n, x, t); \quad p_i(z, x, s) = \int_0^{\infty} e^{-st} P_i(z, x, t) dt; \quad (1)$$

$$P_{i0}(t) = P\{n(t) = 0, i(t) = i\}, \quad P_{i0}(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} P_{i0}(t) dt.$$



а  $\delta_{ij}$  — символ Кронекера.

Частный случай вышеописанной системы при  $a_1 = \dots = a_k = a$  изучался в (1) методом вложенных цепей Маркова.

2°. Рассмотрим уравнение

$$\prod_{l=1}^k [\lambda + s + a_l] = z \cdot c_{1k}, \quad c_{lj}(s) = \prod_{m=l}^j (a_m + s), \quad c_{lj} = c_{lj}(0) \quad (1 \leq l < j \leq k) \quad (2)$$

Обозначим корни уравнения (2) через  $\lambda_j(z, s)$ , ( $j = \overline{1, k}$ ). Очевидно,  $\lambda_j(z, s) = -s + \lambda_j(z)$  заметим, что  $\lambda_j(z)$  за исключением разве что в одной точке различны.

Следующая лемма используется при доказательстве теоремы.

*Лемма. Функциональное уравнение  $z = \beta(s - \lambda_j(z))$  определяет единственную функцию  $\bar{z}_j(s)$ , аналитическую в области  $\text{Re } s > 0$ .*

Положим:  $\bar{v}_j(s) = v_j(\bar{z}_j(s))$ .

Пусть выполнено условие существования стационарного распределения

$$\rho \stackrel{\text{def}}{=} 1 - (a_1^{-1} + \dots + a_k^{-1})^{-1} \beta_1 > 0$$

и

$$p(z) = \lim_{s \rightarrow 0} s p(z; s); \quad p(z; s) = \sum_{i=1}^k \left[ \int_0^{\infty} p_i(z, x, s) dx + p_{i0}(s) \right] \quad (3)$$

$$p_{i0} = \lim_{s \rightarrow 0} s p_{i0}(s). \quad (4)$$

**Теорема 1.** *Функция  $p(z; s)$  определяется из уравнений*

$$p(z; s) = \sum_{l=1}^k p_{l0}(s) + p_{k0}(s) \cdot \sum_{j=1}^k \frac{\prod_{l=1}^k [\lambda_j(z) - \bar{\lambda}_l(s)]}{\sum_{l=1}^k \prod_{i=1}^k [\lambda_j(z) + a_i]} \times$$

$$\times \frac{1 - \beta(s - \lambda_j(z))}{s - \lambda_j(z)} \cdot \frac{a_k(z-1)}{\lambda_j(z)} |1 - z^{-1} \beta(s - \lambda_j(z))|^{-1};$$

$$p_{k0}(s) = c_{1k-1} \cdot \left( \prod_{j=1}^k (s - \bar{\lambda}_j(s)) \right)^{-1};$$

$$p_{l0}(s) = \left\{ c_{l+1k}(s) + \sum_{i=l+1}^k a_i(s) c_{i+1 \ l-1}(s) \cdot c_{lk-1} \right\} \times$$

$$\times c_{ll-1} \left( \prod_{j=1}^k (s - \bar{\lambda}_j(s)) \right)^{-1}, \quad (6)$$

где

$$a_l(s) = (-1)^{k-l+1} c_{lk-1}^{-1} \sum_{j=0}^{k-l+1} \left\{ \left( \sum_{1 < l_1 < \dots < l_j < l} a_{l_1} \cdot \dots \cdot a_{l_j} \right) \times \right. \quad (7)$$

$$\times \left( \sum_{1 < l_1 < \dots < l_{k-l+1-j}} \bar{\lambda}_{l_1}(s) \cdot \dots \cdot \bar{\lambda}_{l_{k-l+1-j}}(s) \right) \Big\}$$

2. Стационарная производящая функция распределения длины очереди задается соотношениями

$$\rho(z) = \rho \cdot \left\{ 1 + \frac{c_{1k-1}}{\prod_{j=2}^k (-\bar{\lambda}_j(0))} \cdot \sum_{j=1}^k \frac{\prod_{l=1}^k |\lambda_j(z) - \bar{\lambda}_l(0)|}{\sum_{l=1}^k \prod_{\substack{l+1 \\ l=1}}^k |\bar{\lambda}_j(z) + a_l|} \times \right. \\ \left. \times \frac{1 - \beta(-\lambda_j(z))}{-\lambda_j(z)} \cdot \frac{a_k(z-1)}{\lambda_j(z)} |1 - z^{-1}\beta(-\lambda_j(z))|^{-1} \right\} \quad (8)$$

а числа  $\rho_{i0} (i = 1, \bar{k})$  равны

$$\rho_{i0} = \frac{\rho c_{1k-1}}{\prod_{j=2}^k (-\bar{\lambda}_j(0))}; \\ \rho_{i0} = \rho \cdot \frac{c_{i+1k} + \sum_{l=i+1}^k a_l(0)c_{l+1k-1}}{\prod_{j=2}^k (-\bar{\lambda}_j(0))} c_{i-1} \quad (i = 1, \bar{k-1}) \quad (9)$$

3. Стационарное математическое ожидание числа вызовов в системе имеет вид:

$$P_1 = \frac{dp(z)}{dz} \Big|_{z=1} = \frac{\gamma_k}{\gamma_{k-1}} \beta_1 + \frac{\left(\frac{\gamma_k}{\gamma_{k-1}}\right)^2 \beta_2}{2 \left(1 - \frac{\gamma_k}{\gamma_{k-1}} \beta_1\right)} - \frac{\gamma_k \cdot \gamma_{k-2}}{\gamma_{k-1}^2} \times \\ \times \frac{1}{1 - \frac{\gamma_k}{\gamma_{k-1}} \beta_1} - \frac{\gamma_k}{\gamma_{k-1}} \left[ \frac{1}{\bar{\lambda}_1(0)} + \dots + \frac{1}{\bar{\lambda}_k(0)} \right] \quad (10)$$

где

$$\gamma_k = c_{1k}, \quad \gamma_{k-1} = \sum a_{i_1} \dots a_{i_{k-1}}; \quad \gamma_{k-2} = \sum a_{i_1} \dots a_{i_{k-2}} \quad (11)$$

3°. Доказательство. Дадим лишь набросок доказательства.

Вначале выводим разностные уравнения в частных производных с переменными коэффициентами для определения  $P_0(z; x; t)$  и  $P_{i0}(t)$ . Далее, переходим к преобразованию Лапласа по  $t$  в полученных уравнениях, которые после введения обозначения

$$p_i(z, x, s) = |1 - B(x)| \cdot Q_i(z, x, s) \quad (12)$$

записываются так

$$\frac{\partial Q_i(z, x, s)}{\partial x} = -[s + a_i]Q_i(z, x, s) + (1 - \delta_{i1})a_{i-1} \times \\ \times Q_{i-1}(z, x, s) + \delta_{i1} a_k z Q_k(z, x, s), \quad (13)$$

$$Q(z, 0, s) = z^{-1} \int_0^{\infty} Q_i(z, x, s) dB(x) - (s + a_1)p_{10}(s) + \\ + \delta_{11} + (1 - \delta_{11})a_{1-1} p_{1-10}(s) + \delta_{11} a_k z p_{k0}(s). \quad (14)$$

Характеристическое уравнение системы (13) рассмотрено в лемме, поэтому решение системы (13) суть:

$$Q_i(z, x, s) = \sum_{j=1}^k \beta_j^{(i)}(z; s) e^{-(s - \lambda_j(z))x}, \quad (15)$$

где  $\beta_j^{(i)}(z; s)$  находятся подстановкой (15) в (13)

$$\beta_j^{(i)}(z; s) = \prod_{l=1}^{k-1} \frac{a_{l+1} + \lambda_j(z)}{a_l} \beta_j^{(k)}(z; s) \quad (i, j = \overline{1, k}). \quad (16)$$

Осталось найти  $\beta_j^{(k)}(z; s)$ , для чего (15) подставляем в (14) и используем (16)

$$\sum_{j=1}^k \delta_j^{(k)}(z; s) \prod_{l=1}^{k-1} \frac{a_{l+1} + \lambda_j(z)}{a_l} = f_1, \quad (17)$$

где обозначено

$$\begin{cases} f_1 = f_1(z; s) = -[s + a_1]p_{10}(s) + 1 + a_k z p_{k0}(s), \\ f_i = f_i(s) = -[s + a_i]p_{i0}(s) + a_{i-1} p_{i-10}(s) \quad (i = \overline{2, k}) \end{cases} \quad (18)$$

$$\delta_j^{(k)}(z; s) = \beta_j^{(k)}(z; s) |1 - z^{-1} \beta(s - \lambda_j(z))|. \quad (19)$$

Для определения  $\delta_j^{(k)}(z; s)$  в (17) делаем замену переменных

$$\sum_{j=1}^k \lambda_j^l(z) \delta_j^{(k)}(z; s) = y_{k-l} \quad (l = \overline{0, k-1}) \quad (20)$$

и полученные после замены уравнения разрешаются

$$y_i = \sum_{j=1}^k (-1)^{j-1} c_{jk-1} f_j \sum_{l < l_1 < \dots < l_{j-1} < k} a_{l_1} \cdot \dots \cdot a_{l_{j-1}} \quad (i = \overline{2, k}) \\ y_1 = c_{1k-1} f_1 + \sum_{j=2}^k (-1)^{j-1} c_{jk-1} f_j \sum_{l < l_1 < \dots < l_{j-1} < k} a_{l_1} \cdot \dots \cdot a_{l_{j-1}}. \quad (21)$$

Из (21) и (18) следует, что  $y_i$  ( $i = \overline{2, k}$ ) не зависят от  $z$ . Решаем теперь систему (20), учитывая, что  $\lambda_j(z)$  удовлетворяет характеристическому уравнению, и приходим к формуле для  $\delta_j^{(k)}(z; s)$ . Эта формула представляется в виде отношения со знаменателем

$$\prod_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^k (\lambda_j(z) - \lambda_i(z))$$

и с числителем,  $p_{k0}(s)\lambda_j^k(z) + \sum_{i=0}^{k-1} \lambda_j^i(z)a_i(s)$  (вид коэффициентов  $a_i(s)$  нас не интересует).

Из (19) и леммы вытекает, что  $\delta_j^{(k)}(z; s) = 0$  при  $z = \bar{z}_j(s)$ , следовательно, числитель  $\delta_j^{(k)}(z; s)$  при  $z = \bar{z}_j(s)$  обращается в нуль, т. е.  $\bar{z}_j(s)$  ( $j = \overline{1, k}$ ) являются корнями уравнения

$$p_{k0}(s)\omega^k + \sum_{i=0}^{k-1} \omega^i a_i(s) \equiv p_{k0}(s) \prod_{i=1}^k |\omega - \bar{\lambda}_i(s)|$$

В частности, числитель  $\delta_j^{(k)}(z; s)$  равен  $p_{k0}(s) \prod_{i=1}^k |\lambda_j(z) - \bar{\lambda}_i(s)|$ .

Следовательно,

$$\delta_j^{(k)}(z; s) = \frac{p_{k0}(s) \prod_{i=1}^k |\lambda_j(z) - \bar{\lambda}_i(s)|}{\prod_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^k |\lambda_i(z) - \lambda_j(z)|}$$

Учитывая характеристическое уравнение и (19), имеем

$$|1 - z^{-1}\beta(s - \lambda_j(z))| \beta_j^{(k)}(z; s) = \frac{p_{k0}(s) \prod_{i=1}^k |\lambda_j(z) - \bar{\lambda}_i(s)|}{\sum_{i=1}^k \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq l}}^k |\lambda_j(z) + a_l|} \quad (22)$$

Подстановка (22) в (17) дает уравнения для определения  $p_{i0}(s)$ , решение которых есть (5).

Таким образом,  $\beta_j^{(k)}(z; s)$ , найденные по (16), (22), вкупе с (15), (12) определяют  $P_i(z, x, t)$ , откуда просто перейти к  $p(z; s)$ .

Вычислительный центр  
Академии наук Армянской ССР  
Московский государственный университет

Է. Ա. ՊԱՆԻԵԼՅԱՆ, Վ. Գ. ՈՒՇԱԿՈՎ

$E_k |G| | \infty$  սիստեմի հերթի երկարության մասին

Աշխատանքում դիտարկվում է  $E_k |G| | \infty$  զանգվածային սպասարկման սիստեմ: Ներմտնող հոսքի երկու հաշորդական պահանջների առաջացման մոմենտների միջև ընկած հեռավորությունը կազմված է  $k$  հատ անկախ էքսպոնենցիալ բաշխում ունեցող պատահական մամանակներից (պահանջների

առաջացման ֆազաներից):  $i$ -րդ ֆազայի բաշխման ֆունկցիայի պարամետրը հավասար է  $a_i > 0$  ( $i = \overline{1, k}$ ):  $t = 0$  մոմենտը համապատասխանում է 1-ֆազային:

Պահանջների սպասարկման ժամանակի բաշխման ֆունկցիան ունի խտություն և նրա Լապլաս-Ստիլտեսի ձևափոխությունն է  $\beta(s)$ -ը,  $\text{Res} \geq 0$ .

Դիցուք՝  $n(t)$ -ն հանդիսանում է հերթի պատահական երկարությունը և մոմենտին:  $P(n, t)$  թող լինի հավանականություն այն բանի, որ և մոմենտին  $n(t) = n$ ,

$$p(z, s) = \sum_{n=0}^{\infty} z^n \int_0^{\infty} e^{-st} P(n, t) dt \quad (|z| \leq 1; \text{Res} \geq 0):$$

Թեորեմ. —  $p(z, s)$  ֆունկցիան որոշվում է հավասարումներից ( $i = \overline{1, k-1}$ )

$$p(z, s) = \sum_{i=1}^k p_{i0}(s) + p_{k0}(s) \sum_{j=1}^k \frac{\prod_{i=1}^k |i_j(z) - \bar{i}_i(s)|}{\sum_{i=1}^k \prod_{i=1}^k |i_j(z) + a_i|} \times$$

$$\times \frac{1 - \beta(s - i_j(z))}{s - i_j(z)} \frac{a_k(z-1)}{i_j(z)} |1 - z^{-1} \beta(s - i_j(z))|^{-1},$$

$$p_{k0}(s) = c_{1k-1} \left( \prod_{j=1}^k (s - i_j(s)) \right)^{-1},$$

$$p_{i0}(s) = \left\{ c_{i+1k}(s) + \sum_{l=i+1}^k a_l(s) c_{i+1l-1}(s) c_{lk-1} \right\} c_{ii-1} \left( \prod_{j=1}^k (s - \bar{i}_j(s)) \right)^{-1},$$

$$a_l(s) = (-1)^{k-l+1} c_{lk-1}^{-1} \sum_{j=0}^{k-l+1} \left\{ \left( \sum_{1 \leq l_1 < \dots < l_j \leq l} a_{l_1} \dots a_{l_j} \right) \times$$

$$\times \left( \sum_{1 \leq l_1 < \dots < l_{k-l+1-j}} \bar{i}_{l_1}(s) \dots \bar{i}_{l_{k-l+1-j}}(s) \right) \right\},$$

$$z c_{1k}(s) = \prod_{i=1}^k |i + s + a_i|, \quad c_{ij}(s) = \prod_{m=1}^j (a_m + s), \quad c_{ij} = c_{ij}(0) \quad (j = \overline{1, k}).$$

$\bar{i}_j(s)$  գտնվում է հավասարումից՝  $\bar{i}_j(s) = i_j(z_j(s))$ , որ  $z_j(s)$  հանդիսանում են  $z = \beta(s - i_j(z))$  հավասարումների լուծումներ տարբեր  $i_j(z)$ -րի դեպքում:

#### ЛИТЕРАТУРА — ԴՐՇՎՈՒՄՆԵՐ

Г. И. Кашко, Стохастические системы обслуживания, М., Наука, 1966.

УДК 519

МАТЕМАТИКА

С. С. Агаян, А. Г. Саруханян

**К построению матриц Адамара**

(Представлено чл.-корр АН Армянской ССР Р. Р. Варшамовым 23/VI 1977)

Матрицей Адамара  $H$  порядка  $n$  называется квадратная матрица, элементы которой суть  $+1$  и  $-1$  и для которой справедливо равенство

$$HH^T = H^T H = nJ, \tag{1}$$

где  $H^T$  — транспонированная матрица  $H$ , а  $J$  — единичная матрица порядка  $n$ .

Известно, что если  $H$  — матрица Адамара порядка  $n$ ,  $n > 2$ , то  $n \equiv 0 \pmod{4}$ . Обратная задача, а именно: задача построения матриц Адамара всех порядков  $n$ , вноса  $n \equiv 0 \pmod{4}$ , или доказательство их несуществования остается пока открытой.

Матрицы Адамара привлекли к себе внимание еще с 1867 г., но их прикладное значение (в теории кодирования, в комбинаторике, в теории графов и в численном анализе) было выявлено сравнительно недавно, в 50–60 годах, что явилось дополнительным стимулом, вызвавшим дальнейшие исследования, посвященные вопросам существования и построения матриц Адамара.

Существуют много методов по построению матриц Адамара разных порядков. Один из этих методов, получивший дальнейшее развитие, принадлежит Вильямсону.

**Теорема Вильямсона.** Пусть существуют 4 симметрические попарно коммутирующие  $(+1, -1)$  матрицы порядка  $m$  удовлетворяющие условию

$$A^2 + B^2 + D^2 + C^2 = 4mI_m.$$

Тогда массив Вильямсона является матрицей Адамара порядка  $4m$ .

$$\begin{pmatrix} A & B & C & D \\ -B & A & -D & C \\ -C & D & A & -B \\ -D & -C & B & A \end{pmatrix} \tag{2}$$

Полученная матрица называется матрицей Адамара типа Вильямсона.

Последние достижения в построении матриц Адамара связаны во-первых, с построением массивов Геталс—Зейделя и Бомер—Холла ( $2^{-1}$ ) являющимися обобщением по разным направлениям массива Вильямсона и во-вторых, с четырьмя матрицами  $A, B, C, D$  порядка ( $2^{-5}$ ), удовлетворяющими следующим условиям:

$$а) MN^T = NM^T \quad M, N \in \{A, B, C, D\} \quad (3)$$

$$б) AA^T + BB^T + CC^T + DD^T = 4mI_m \quad (4)$$

Матрицы  $A, B, C, D$  с отмеченными условиями называются матрицами типа Вильямсона. Самим Вильямсоном было предложено рассматривать случай, когда матрицы  $A, B, C, D$  симметрические и циркулянтные, тогда (3) автоматически выполняется, а (4) сводится к

$$A^2 + B^2 + C^2 + D^2 = 4mI_m.$$

Используемые понятия, терминология и обозначения касающиеся массивов Вильямсона, Геталс-Зейделя и Бомер-Холла, а также определение матрицы  $U$  взяты из работы ( $2$ ).

Известные теоремы.

**Теорема (Геталс—Зейделя).** Пусть  $A, B, C, D$ , циклические матрицы порядка  $m$  удовлетворяющие условию (4), тогда массив Геталс - Зейделя является матрицей Адамара порядка  $4m$ .

**Теорема (Бомер - Холла).** Пусть  $A, B, C, D$  матрицы типа Вильямсона порядка  $m$ , и пусть существует массив Бомер - Холла порядка  $4n$ . Тогда существует матрица Адамара порядка  $4mn$ .

В настоящей работе найдено необходимое и достаточное условие существования матриц Адамара типа Вильямсона, введены новые массивы, введено понятие обобщенных матриц типа Вильямсона. Найдено необходимое и достаточное условие обобщенных матриц Вильямсона. Доказана теорема, откуда в частности вытекают теоремы Геталс - Зейделя и Бомер - Холла.

**Теорема 1.** Для того, чтобы существовала матрица Адамара типа Вильямсона порядка  $4n$  состоящая из циркулянтных симметрических матриц  $A, B, C, D$  необходимо и достаточно, чтобы выполнялись условия

$$1. a_i = a_{n-i}, \quad b_i = b_{n-i}, \quad c_i = c_{n-i}, \quad d_i = d_{n-i} \quad i = 1, 2, \dots, n-1$$

$$2. |a_i| = |b_i| = |c_i| = |d_i| = 1 \quad i = 0, 1, \dots, n-1$$

а) для нечетных  $n$  справедливо

$$\sum_{\substack{i+j, 1+n-j \\ i+j-k, i+j-n+k}} (a_i a_j + b_i b_j + c_i c_j + d_i d_j) = -4$$

б) для четных  $n$  справедливо

$$\sum_{\substack{i+j, 1+n-j \\ i+j-2p, i+j-n+2p}} (a_i a_j + b_i b_j + c_i c_j + d_i d_j) = -8 \quad p = 1, 2, \dots, n/2$$

и

$$\sum_{\substack{i+j=2p \\ i+j=n-1}} (a_i a_j + b_i b_j + c_i c_j + d_i d_j) = 0 \quad \begin{matrix} i, j = 0, 1, \dots, n-1 \\ p = 1, 2, \dots, n/2-1 \end{matrix}$$

Теорема 2. Если существуют симметрические и циркулянтные матрицы

$$A = (a_i)_{0}^{n-1}, \quad B = (b_i)_{0}^{n-1}, \quad C = (c_i)_{0}^{n-1}, \quad D = (d_i)_{0}^{n-1}$$

элементы которых удовлетворяют условиям

- 1)  $|a_i| = |b_i| = |c_i| = |d_i| = 1 \quad i = 0, 1, \dots, n-1$
- 2)  $a_0 a_1 + b_0 b_1 + c_0 c_1 + d_0 d_1 = -2$
- 3)  $a_i a_k + b_i b_k + c_i c_k + d_i d_k = 0 \quad i \neq k \quad i = 1, 2, \dots, n-1,$

Тогда массив Вильямсона является матрицей Адамара порядка  $4n$ .

Определение: Пусть  $A_i, B_i, C_i, D_i, i=0, 1, \dots, n-1$  ( $-1, +1$ ) симметрические-циклические матрицы порядка  $n$  и пусть

$$\begin{aligned} X &= A_0 \times I + A_1 \times U + \dots + A_{n-1} \times U^{n-1} \\ Y &= B_0 \times I + B_1 \times U + \dots + B_{n-1} \times U^{n-1} \\ Z &= C_0 \times I + C_1 \times U + \dots + C_{n-1} \times U^{n-1} \\ W &= D \times I + D_1 \times U + \dots + D_{n-1} \times U^{n-1} \end{aligned} \quad (5)$$

$X, Y, Z, W$  назовем обобщенными матрицами Вильямсона порядка  $n$ , если выполняется условие

$$XX^T + YY^T + ZZ^T + WW^T = 4mnl_m.$$

Теорема 3. Для того, чтобы матрицы  $X, Y, Z, W$ , определенные по (5) были бы обобщенными матрицами типа Вильямсона, необходимо и достаточно, чтобы выполнялись равенства

- а)  $\sum_{\substack{i+j=n \\ i+j=n-k}} (A_i A_j + B_i B_j + C_i C_j + D_i D_j) = 4mnl_m$
- б)  $\sum_{\substack{i+j=n-k \\ i+j=n-k}} (A_i A_j + B_i B_j + C_i C_j + D_i D_j) = 0 \quad \begin{matrix} i, j = 0, \dots, n-1 \\ k = 1, 2, \dots, n-1 \end{matrix}$

Обозначим следующие массивы соответственно:

$$M_1 = \begin{pmatrix} XR & Y & Z & W \\ -Y & XR & -W^T & Z^T \\ -Z & W^T & XR & -Y^T \\ -W & -Z^T & Y^T & XR \end{pmatrix}$$

$$M_2 = \begin{pmatrix} XR & Y & Z & W \\ Y & -XR & W^T & -Z^T \\ -Z^T & W^T & XR & -Y^T \\ W & Z^T & -Y^T & -XR \end{pmatrix}$$

$$M_1 = \begin{pmatrix} XR & Y & Z & W \\ -Y & XR & -W^T & Z^T \\ Z & -W^T & -XR & Y^T \\ W & Z^T & -Y^T & -XR \end{pmatrix}$$

$$M_2 = \begin{pmatrix} XR & Y & Z & W \\ Y & -XR & -W^T & Z^T \\ Z & W^T & -XR & -Y^T \\ W & -Z^T & Y^T & -XR \end{pmatrix}$$

$$M_3 = \begin{pmatrix} XR & Y & Z & W \\ -Y & XR & W^T & -Z^T \\ Z & W^T & -XR & -Y^T \\ -W & Z^T & -Y^T & XR \end{pmatrix}$$

$$M_4 = \begin{pmatrix} XR & Y & Z & W \\ -Y & XR & W^T & -Z^T \\ -Z & -W^T & XR & Y^T \\ W & -Z & Y^T & -XR \end{pmatrix}$$

$$M_5 = \begin{pmatrix} XR & Y & Z & W \\ Y & -XR & -W^T & Z^T \\ -Z & -W^T & XR & Y^T \\ W & Z^T & -Y^T & XR \end{pmatrix}$$

$$M_6 = \begin{pmatrix} XR & Y & Z & W \\ Y & -XR & W^T & -Z^T \\ Z & -W^T & -XR & Y^T \\ W & Z^T & -Y^T & -XR \end{pmatrix}$$

где

$$R = (r_{ij})_{i,j=1}^m \quad r_{ij} = \begin{cases} 1 & i + j = n + 1 \\ 0 & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

**Теорема 4.** Пусть  $X, Y, Z, W$  являются обобщенными матрицами типа Вильямсона порядка  $n$ , тогда массивы  $M_i, i = 1, 2, \dots, 8$  являются матрицами Адамара порядка  $4n$ .

Из этой теоремы в частности вытекают теоремы Геталс-Зейделя и Бомер-Холла.

Вычислительный центр Академии наук Армянской ССР и  
Ереванского государственного университета

Ադամարի մատրիցայի կառուցման մասին

Ներկա աշխատանքում գտնված է Վիլյամսոնի տիպի Ադամարի մատրիցաների գոյություն անհրաժեշտ և բավարար պայման, մտցված են մասսիվներ, տրված է այդպիսի մատրիցաների գոյության անհրաժեշտ և բավարար պայման:

Ապացուցված է թեորեմ, որից մասնավորաբար բխում են Գետալս-Ջեյդելի և Բոմեր-Հոլլի թեորեմները:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<sup>1</sup> M. Холт, Комбинаторика. Изд. „Мир“, 1970. <sup>2</sup> W. D. Wallis, A. Pentfold Street and J. Seberry Wallis, Combinatorics: Room squares, sum-free sets, Hadamard matrices, in lecture Notes in Mathematics, vol. 292, 1972. <sup>3</sup> L. D. Baumert and M. Hall, Jr., A new construction for Hadamard matrices. Bull. Amer. Math. Soc. 71, 196—170 (1965). <sup>4</sup> L. D. Baumert and M. Hall, Jr., Hadamard matrices of Williamson type. Math. Comp. 19, 442—447 (1965). <sup>5</sup> J. S. Wallis, On Hadamard Matrices, Journal of combinatorial theory (A), 18, 149—164 1975. <sup>6</sup> Edward Spence, Skew-Hadamard matrices of the Goethals-Seidel type. Can. J. Math., Vol. XXVII, № 3, pp. 550—560, 1975. <sup>7</sup> A. L. Whiteman Hadamard matrices of Williamson type. J. Austral. Math. Soc. 21 (Series A), 481—486 (1976).

УДК 517.52

МАТЕМАТИКА

Л. Х. Мсграбян

О мультипликативных представлениях некоторых классов  
 регулярных функций в полуплоскости

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. М. Джрбашяном 8/VII 1977)

1. В монографии <sup>(1)</sup> М. М. Джрбашяном были введены в рассмотрение классы  $N_\alpha$  ( $-1 < \alpha < \infty$ ) мероморфных функций  $F(z)$  ( $|z| < 1$ ), являющихся существенным обобщением класса Неванлинны. Как выяснилось позже, эти классы играют важную роль, также, в приложениях <sup>(2,3)</sup>.

В предыдущей работе <sup>(4)</sup> автора были получены произведения типа Бляшке для элементарных множителей в верхней полуплоскости, нормированных в бесконечности специальным образом. Эти произведения являются аналогами произведений  $B_\alpha(z; z_k)$ , играющих важную роль в теории классов  $N_\alpha$ .

В настоящей заметке приводятся мультипликативные представления некоторых классов, регулярных в полуплоскости функций, аналогичных тем, которые были получены М. М. Джрбашяном в развитой им теории факторизации мероморфных функций в единичном круге <sup>(1,5)</sup>.

2. Пусть  $\alpha$  — фиксированное положительное число,  $\mathfrak{M}_\alpha$  — класс, вообще говоря, комплекснозначных функций  $f(y)$  ( $0 < y < \infty$ ) таких,

что  $\int_0^\infty t^{\alpha-1} f(t+y) dt < \infty$  для почти всех  $y$ . Оператор Вейля  $D^{-\alpha}$  на

множестве  $\mathfrak{M}_\alpha$  определяется соотношением\*

$$D^{-\alpha} f(y) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^\infty t^{\alpha-1} f(t+y) dt. \quad (1)$$

Из определения оператора  $D^{-\alpha}$  следует, что, если при некотором  $\alpha (\alpha > 0)$ ,  $f \in \mathfrak{M}_\alpha$ , то почти всюду на  $(0, \infty)$

$$\lim_{\alpha \rightarrow +0} D^{-\alpha} f(y) = f(y).$$

\* В <sup>(4)</sup> рассматривался оператор  $(-1)^\alpha D^{-\alpha}$ . По этой причине и вызваны несущественные отличия.

Поэтому естественно определение оператора  $D^{-\alpha}$  распространить и на значение  $\alpha=0$ , положив

$$D^0 f(y) = f(y), \quad (2)$$

Впредь полагаем, что  $\Pi^+ = \{\lambda : \text{Im} \lambda > 0\}$ ,  $\Pi_y^+ = \{\lambda : \text{Im} \lambda > y\}$ ,  $\Pi_y^- = \{\lambda : \text{Im} \lambda \geq y\}$ ,  $p$  — фиксированное, целое, неотрицательное число. Под  $f(i) \in \mathfrak{X}_p$  мы понимаем функцию  $f(x + iy)$ , которая, как функция от  $y$  принадлежит множеству  $\mathfrak{X}_p$ .  $D^{-p}f(i)$  означает, что оператор  $D^{-p}$  действует по переменной  $y$  ( $i = x + iy$ ).

**Лемма 1.** Пусть функция  $f(\lambda)$  регулярна в  $\Pi^+$  и принадлежит множеству  $\mathfrak{X}_p$ . Тогда функция

$$f_p(i) = D^{-p}f(i) \quad (3)$$

также регулярна в  $\Pi^-$ .

Пользуясь леммой 1 можно доказать следующее утверждение

**Лемма 2.** Пусть  $f(i)$  регулярна в  $\Pi^+$  и  $u(i) = \text{Re} f(i)$  принадлежит множеству  $\mathfrak{X}_p$ . Если  $u_p(x)$  непрерывна на  $(-\infty, \infty)$ , и  $(x^2 + 1)^{-1}u_p(x) \in L(-\infty, \infty)$ , то для любого  $i \in \Pi^+$  справедливы соотношения

$$a) \quad u(x + iy) = \frac{(-1)^p}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} u_p(\tau) \left| \frac{y}{(\tau - x)^2 + y^2} \right|^{(p)} d\tau \quad (4)$$

$$b) \quad f(i) = ic + \frac{(-i)^p p!}{\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} u_p(\tau) s_p(\tau; i) d\tau \quad (5)$$

где  $c$  — вещественная постоянная, и

$$s_p(\tau; i) = \frac{1}{(\tau - i)^{p+1}} - \left( \frac{\tau}{\tau^2 + 1} \right)_{\text{Im} i}^{(p)}. \quad (6)$$

При  $p=0$  формулы (4), (5), согласно (2), превращаются в известные формулы Пуассона, Шварца для случая полуплоскости.

3. В (4) было показано, что функция

$$\begin{aligned} a_p(\lambda; \zeta) &= \frac{\lambda - \zeta}{\lambda - \bar{\zeta}} \exp \left\{ \sum_{k=1}^p \frac{1}{k} \left( \frac{\zeta - \bar{\zeta}}{\lambda - \bar{\zeta}} \right)^k - \frac{(-i)^p p!}{\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} u_p(\tau) \frac{d\tau}{(\tau - \lambda)^{p+1}} \right\} = \\ &= \frac{\lambda - \zeta}{\lambda - \bar{\zeta}} \left( \frac{\lambda - \text{Re} \zeta}{\lambda - \bar{\zeta}} \right)^{2(\delta_p - 1)} \exp \left\{ \sum_{k=1}^{p/2} \frac{2}{2k - \delta_p} \left( \frac{i \text{Im} \zeta}{\lambda - \text{Re} \zeta} \right)^{2k - \delta_p} \right\}, \end{aligned} \quad (6)$$

где  $\delta_p = 2^{-1}[1 + (-1)^p]$ ,  $\lambda \in \Pi^+$ ,  $\zeta \in \Pi^+$ ,

$$u_p(\lambda) = \text{Re} D^{-p} \left\{ \log \frac{\lambda - \zeta}{\lambda - \bar{\zeta}} + \sum_{k=1}^p \frac{1}{k} \left( \frac{\zeta - \bar{\zeta}}{\lambda - \bar{\zeta}} \right)^k \right\}$$

является решением следующей задачи:

Найти такую регулярную в  $\Pi^+$  функцию

$$a_p(\lambda; \zeta) = \frac{\lambda - \zeta}{\lambda - \bar{\zeta}} \exp \{-\omega_p(\lambda; \zeta)\} \quad (7)$$

для которой выполняются условия

- а)  $\log a_p(\lambda; \zeta) \in \mathfrak{M}_p$ .
- б)  $\lim_{\text{Im} \lambda \rightarrow 0} D^{-p} \log |a_p(\lambda; \zeta)| = 0$ .

Функция  $a_p(\lambda; \zeta)$  ( $p = 0, 1, \dots$ ) (6) является естественным обобщением фактора Бляшке  $\frac{\lambda - \zeta}{\lambda - \bar{\zeta}}$  в полуплоскости  $\Pi^+$ . В заметке (4), в частности, была доказана следующая теорема о сходимости произведения

$$b_p(\lambda; i_k) = \prod_{k=1}^{\infty} a_p(\lambda; i_k). \quad (8)$$

Пусть  $\{i_k\}_1^{\infty}$  — последовательность комплексных чисел в  $\Pi^+$ , удовлетворяющая условию

$$\sum_{k=1}^{\infty} (\text{Im } i_k)^{p-1} < \infty. \quad (9)$$

Тогда бесконечное произведение (8) равномерно и абсолютно сходится в каждом замкнутом множестве  $\bar{\Pi}_y^+$  ( $0 < y < \infty$ ) и определяет функцию, регулярную в  $\Pi^+$ , обращающуюся в нуль лишь в точках  $i_k$  ( $k = 1, 2, \dots$ ). Если произведение (8) сходится в  $\Pi^+$ , то последовательность  $\{i_k\}$  удовлетворяет условию (9).

Справедливы, также, следующие теоремы.

**Теорема 1.** Пусть бесконечное произведение  $b_p(\lambda; i_k)$  сходится в  $\Pi^+$ . Тогда функция

$$V_p(\lambda; i_k) = D^{-p} \log |b_p(\lambda; i_k)| \quad (10)$$

является субгармонической в верхней полуплоскости и для любого  $\lambda \in \Pi^+$  справедливо неравенство

$$V_p(\lambda; i_k) \leq 0. \quad (11)$$

**Теорема 2.** Пусть последовательность  $\{i_k\}_1^{\infty} \subset \Pi^+$  и удовлетворяет условию (9)

$$\sum_{k=1}^{\infty} (\text{Im } i_k)^{p-1} < \infty.$$

Тогда для любого  $y$  ( $0 < y < \infty$ ) верно соотношение

$$\int_{-\infty}^{\infty} |V_p(x + iy; i_k)| dx < K_p, \quad (12)$$

где  $K_p$  — независимая от  $y$  константа.

Теорема 3. Пусть  $\{\lambda_k\}_1^\infty \subset \Pi^+$  и удовлетворяет условию

$$\sum_{k=1}^{\infty} (\operatorname{Im} \lambda_k)^p < \infty.$$

Тогда

$$\lim_{y \rightarrow 0^+} \int_{-\infty}^{\infty} V_p(x + iy; \lambda_k) dx = 0. \quad (13)$$

Следствие 1. При выполнении условий теоремы 3 для почти всех  $x$  ( $-\infty < x < \infty$ ) имеет место равенство

$$\lim_{y \rightarrow 0^+} V_p(x + iy; \lambda_k) = 0.$$

4. Пусть функция  $F(\lambda)$  мероморфна в верхней полуплоскости. При помощи леммы 2 доказываемая следующая теорема о представлении  $F(\lambda)$  в  $\Pi_y^+$  через значения функции на границе  $x + iy_0$  ( $-\infty < x < \infty$ ).

Теорема 4. Пусть  $F(\lambda)$  — мероморфная в  $\Pi^+$  функция и  $\{a_n\}$ ,  $\{b_n\}$  — соответственно последовательности ее нулей и полюсов с учетом их кратности, причем бесконечно удаленная точка не является точкой сгущений ни для нулей, ни для полюсов. Если  $\log |F(\lambda)|$  принадлежит множеству  $\mathfrak{M}_p$  и для некоторого  $y_0$  ( $0 < y_0 < \infty$ ) функция  $D^{-p} \log |F(x + iy_0)|$  интегрируема с весом  $(x^2 + 1)^{-1}$  ( $-\infty < x < \infty$ ), тогда для любого  $\lambda \in \Pi_{y_0}^+$  справедлива следующая формула

$$\begin{aligned} \log F(\lambda) = & \sum_{\operatorname{Im} a_n > y_0} \log a_p(\lambda - iy_0; a_n - iy_0) - \sum_{\operatorname{Im} b_n > y_0} \log a_p(\lambda - iy_0; b_n - iy_0) + \\ & + \frac{(-i)^p p!}{\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} s_p(\tau + iy_0; \lambda) D^{-p} \log |F(\tau + iy_0)| d\tau + ic \end{aligned} \quad (14)$$

где  $a_p(\lambda; z)$  выражается формулой (6),  $s_p(\tau; \lambda)$  — формулой (\*),  $c$  — вещественная константа.

5. Перейдем к определению классов функций, регулярных в верхней полуплоскости.

Определение 1. Пусть  $f(\lambda)$  есть регулярная в  $\Pi^+$  функция, нули которой не сгущаются в бесконечности. Условимся говорить, что  $f(\lambda)$  принадлежит классу  $R_p$  ( $p = 0, 1, \dots$ ) если  $\log |f(\lambda)|$  входит в область определения оператора  $D^{-p}$  и

$$\int_{-\infty}^{\infty} |D^{-p} \log |f(x + iy)|| dx < K_p < \infty, \quad (y > 0) \quad (15)$$

где  $K_p$  — независимая от  $y$  константа.

В частном случае  $p = 0$ , класс  $R_0$  определяется как множество функций  $f(\lambda)$ , регулярных в  $\Pi^+$ , для которых

$$\int_{-\infty}^{\infty} |\log |f(x + iy)|| dx \leq K < \infty, \quad (y > 0) \quad (15')$$

где  $K$  не зависит от  $y$ . Этот класс впервые был введен В. И. Крыловым\* и им же было получено его мультипликативное представление.

Теорему 2 можно перефразировать следующим образом.

Теорема 2'. Если последовательность  $\{\lambda_k\}_k^{\infty} \subset \Pi^+$  и

$$\sum_k (\operatorname{Im} \lambda_k)^{p+1} < \infty, \quad (9)$$

тогда бесконечное произведение  $b_p(\lambda; \lambda_k)$  (8) принадлежит классу  $R_p$ .

Верно и обратное утверждение. Точнее справедлива следующая

Лемма 4. Пусть  $f \in R_p$  и  $\{\lambda_k\}_k^{\infty}$  — последовательность ее нулей. Тогда эта последовательность удовлетворяет условию

$$\sum_k (\operatorname{Im} \lambda_k)^{p+1} < \infty. \quad (9')$$

Доказательство основано на применении теоремы 4.

Перейдем к мультипликативному представлению функций класса  $R_p$ . Имеет место следующая

Теорема 5. Для того, чтобы функция  $f(\lambda)$  принадлежала классу  $R_p$  ( $p = 0, 1, \dots$ ) необходимо и достаточно, чтобы она допускала в верхней полуплоскости представление

$$f(\lambda) = c b_p(\lambda; \lambda_k) \exp \left\{ \frac{(-i)^p}{\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} s_p(\tau; \lambda) d\varphi(\tau) \right\}, \quad (16)$$

где  $|c| = 1$ ;  $\{\lambda_k\}_k^{\infty}$  — последовательность чисел из верхней полуплоскости удовлетворяющая условию (9');  $b_p(\lambda; \lambda_k)$  — произведение типа Бляшке-Джрбашяни

$$b_p(\lambda; \lambda_k) = \prod_k a_p(\lambda; \lambda_k),$$

$$a_p(\lambda; \tau) = \frac{\lambda - \bar{\tau}}{\tau - \bar{\lambda}} \left( \frac{\lambda - \operatorname{Re} \tau}{\lambda - \tau} \right)^{2(\delta_p - 1)} \exp \left\{ \sum_{k=1}^{[p, 2]} \frac{2}{2k - \delta_p} \left( \frac{i \operatorname{Im} \tau}{\lambda - \operatorname{Re} \tau} \right)^{2k - \delta_p} \right\},$$

$$\left( \delta_p = \frac{1 + (-1)^p}{2} \right),$$

функция  $s_p(\tau; \lambda)$  определяется формулой

\* См. (\*), стр. 134. Там этот класс был обозначен через  $R_m$

$$s_p(\tau; \lambda) = \frac{1}{(\tau - \lambda)^{p+1}} - \left( \frac{\tau}{\tau^2 + 1} \right)_{\text{Im} \lambda}^{(p)} \quad (6)$$

а  $p(\tau)$  — вещественная функция ограниченного изменения ( $-\infty < \tau < \infty$ ).

В случае  $p=0$  класс  $R_0$  совпадает с множеством функций  $f(i)$  представимых в  $\Pi^+$  в виде

$$f(i) = cb(\lambda; i_k) \exp \left\{ \frac{1}{\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1 + \tau i}{\tau - \lambda} \frac{d\varphi(\tau)}{\tau^2 + 1} \right\} \quad (16')$$

где  $|c| = 1$

$$b(\lambda; i_k) = \prod_k \frac{\lambda - i_k}{\lambda - \bar{i}_k}$$

произведение Бляшке,  $\varphi(\tau)$  — вещественная функция, ограниченного изменения на  $(-\infty, \infty)$ .

Представление (16') было получено В. И. Крыловым (6).

Определение 2. Скажем, что  $f(i) \in H_p$  ( $p = 1, 2, \dots$ ), если  $f(i)$  регулярна в полуплоскости  $\Pi^+$  и удовлетворяет условиям:  $u(i) = \text{Re } f(i) \in \mathfrak{X}_p$

$$u_p(i) \geq 0 \quad (i \in \Pi^+),$$

где  $u_p(i) = D^{-p}u(i)$ .

В случае  $p=0$ , класс  $H_0$  совпадает с классом Герглота  $H$  регулярных в  $\Pi^+$  функций с неотрицательной реальной частью (см. (1.6)). По теореме Герглота (7.6) этот класс совпадает с множеством функций, представимых в  $\Pi^+$  в виде

$$f(i) = ic + iq\lambda + \frac{1}{\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1 + \tau i}{\tau - \lambda} \frac{d\psi(\tau)}{\tau^2 + 1} \quad (17)$$

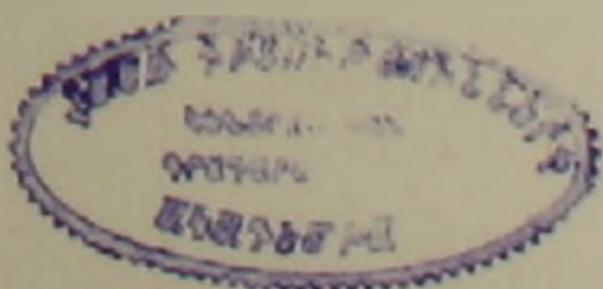
где  $\text{Im} c = 0$ ,  $q \geq 0$ ,  $\psi(\tau)$  — неубывающая на  $(-\infty, \infty)$  функция с конечным интегралом

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{d\psi(\tau)}{\tau^2 + 1} < \infty. \quad (18)$$

Теорема 6. Класс  $H_p$  ( $p = 1, 2, \dots$ ) совпадает с множеством функций  $f(x)$ , представимых в полуплоскости  $\Pi^+$  в виде

$$f(i) = ic + \frac{(-i)^p}{\pi i} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{d\psi(\tau)}{(\tau - i)^{p+1}} \quad (19)$$

где  $\text{Im} c = 0$ ,  $\psi(\tau)$  — неубывающая на  $(-\infty, \infty)$  функция с конечным интегралом (18).



Приношу глубокую благодарность академику АН Армянской ССР М. М. Джрбашяну и М. С. Лившицу за постановку задачи и обсуждения.

Институт математики  
Академии наук Армянской ССР

Լ. Կ. ՄԵԶՐԱԲՅԱՆ

Կլիսանաբերությունում որոշ ռեզուլյար ֆունկցիաների դասերի  
մուլտիպլիկատիվ ներկայացման մասին

Հոդվածում դիտարկվում է կիսահարթությունում ռեզուլյար ֆունկցիաների  
դասեր, որոնք կախված են դիսկրետ պարամետրից: Այդ դասերը հանդիսա-  
նում են Հերզոտցի և Կոխլովի հայտնի դասերի ընդանրացումը:

Ստացված են այդ դասերի մուլտիպլիկատիվ ներկայացումները:

#### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<sup>1</sup> М. М. Джрбашян, Интегральные преобразования и представления функций в комплексной области, «Наука», М., 1966. <sup>2</sup> М. С. Лившиц, ДАН СССР, т. 219, № 4, (1974). <sup>3</sup> Л. Х. Меграбян, «Известия АН Арм ССР», сер. матем, № 5, 369—389 (1976). <sup>4</sup> Л. Х. Меграбян, ДАН Арм ССР, т. 63, № 2 (1976). <sup>5</sup> М. М. Джрбашян, ДАН СССР, т. 157, № 5 (1964). <sup>6</sup> В. И. Крылов, Мат. сб., 6 (48), № 1, 95—138, 1939. <sup>7</sup> Н. И. Ахиезер, Классическая проблема моментов и некоторые вопросы анализа, связанные с нею, «Физматгиз», М., 1961. <sup>8</sup> L. de Branges, Hilbert spaces of entire functions, Ins Englewood Cliffs, N. J. (1968).

УДК 519.1

МАТЕМАТИКА

Л. А. Асланян, В. М. Караханян

Общее описание решений дискретной изопериметрической задачи

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР А. А. Талалаяном 23/VII 1977)

Данная работа является непосредственным продолжением (1). В ней проводится исследование множества всех решений дискретного аналога классической изопериметрической задачи, рассмотренного в (1). Множество всех решений дискретной изопериметрической задачи при фиксированной мощности, в отличие от случая классической постановки задачи (2), обладает большим разнообразием. Причины этого были указаны в (1), где также был рассмотрен специальный частный случай, когда эти решения оказываются единственными.

Для описания множества решений дискретной изопериметрической задачи мы будем рассматривать разбиения этих решений, их количественные и качественные характеристики. На этой основе мы получим также общие критерии, присущие всем решениям задачи.

Введем несколько определений. Назовем подмножество  $A \subseteq E^n$  критическим (по компактности), если после удаления произвольной его вершины  $x$  число внутренних точек образованного подмножества  $A \setminus x$  строго убывает.

*Замечание 1. Если стандартное размещение  $L_n^a$  — критическое множество, то каждое оптимальное подмножество мощности  $a$  тоже критическое множество.*

Подобные мощности в дальнейшем мы будем называть критическими мощностями. Как мы увидим, свойства множества всех решений дискретной изопериметрической задачи существенно меняются при переходе от критических мощностей к не критическим.

Прежде всего отметим следующее обобщение леммы 3 (1), которым мы будем пользоваться ниже.

*Лемма 1. Рассмотрим произвольные стандартные размещения  $A$  и  $B$  мощностей  $a$  и  $b$  соответственно. Если  $a \geq b$ ,*

$$a = \sum_{i=0}^k C_n^i + \delta_1, \quad 0 \leq \delta_1 < C_n^{k+1}, \quad b = \sum_{i=0}^r C_n^i + \delta_2, \quad 0 \leq \delta_2 < C_n^{r+1},$$

$A_0$  и  $B_0$  новые стандартные размещения, для которых

$$1) |A_0| = \sum_{i=0}^k C_n^i + \delta_1 + \delta_2 \text{ и } |B_0| = \sum_{i=0}^r C_n^i \text{ при } \delta_1 + \delta_2 \leq C_n^{k+1}, \text{ и}$$

$$2) |A_0| = \sum_{i=0}^{k+1} C_n^i \text{ и } |B_0| = \sum_{i=0}^r C_n^i + (\delta_1 + \delta_2 - C_n^{k+1}) \text{ при } \delta_1 + \delta_2 > C_n^{k+1},$$

и  $|A_0|$  является критической мощностью, то

$$|\Gamma(A_0)| + |\Gamma(B_0)| < |\Gamma(A)| + |\Gamma(B)|.$$

Если  $A \subseteq E^n$  произвольное подмножество, то скажем, что оно приведено, если для произвольного  $i$ ,  $1 \leq i \leq n$ ,  $|A^0(i)| \geq |A^1(i)|$ . При рассмотрении интересующих нас количественных характеристик подмножеств  $E^n$  мы всегда можем предполагать, что эти подмножества приведены.

**Теорема 1.** Если  $A$  произвольное оптимальное и приведенное подмножество  $E^n$ , то для каждого  $i$ ,  $1 \leq i \leq n$  при  $|A| < 2^n - 1$  справедливо

а) если  $P(|A^0(i)|) < |A^1(i)|$ , то  $\Gamma(A) = \Gamma(A^0(i)) \cup \Gamma(A^1(i))$ , причем  $A^0(i)$  и  $A^1(i)$  оптимальны соответственно в  $E_0^n(i)$  и  $E_1^n(i)$ ,

$$\pi_i(P(A^0(i))) \subseteq A^1(i), \quad \pi_i(P(A^1(i))) \subseteq A^0(i) \text{ и } |P(A^0(i))| < |A^1(i)|,$$

в) если  $P(|A^0(i)|) > |A^1(i)|$ , то  $\Gamma(A) = (A^0(i) \setminus \pi_i(A^1(i))) \cup \Gamma(A^1(i))$ , причем  $A^1(i)$  оптимально в  $E_1^n(i)$ ,  $\pi_i(P(A^0(i))) \supseteq A^1(i)$ ,  $|P(A^0(i))| \geq |A^1(i)|$ , или

с) если  $P(|A^0(i)|) = |A^1(i)|$ , то  $\Gamma(A) = \Gamma(A^0(i)) \cup \Gamma(A^1(i)) = (A^0(i) \setminus \pi_i(A^1(i))) \cup \Gamma(A^1(i))$ , причем  $A^0(i)$  и  $A^1(i)$  оптимальные подмножества  $E_0^n(i)$  и  $E_1^n(i)$ ,  $\pi_i(P(A^0(i))) = A^1(i)$ ,  $|P(A^0(i))| = |A^1(i)|$ , где  $\pi_i$  — оператор проектирования по направлению  $x_i$ .

**Замечание 2.** Если подмножество  $A \subseteq E^n$  оптимально, и  $|\Gamma(A)| = |\Gamma(A^1(i))| + |A^0(i)| - |A^1(i)|$ , то множество  $A^0(i)$  может не быть оптимальным в подкубе  $E_0^n(i)$ .

**Следствие 1.** Если для оптимального подмножества  $A \subseteq E^n$  и переменных  $x_i$  и  $x_j$ ,  $1 \leq i, j \leq n$ , справедливы соотношения  $|\Gamma(A)| = |\Gamma(A^1(i))| + |A^0(i)| - |A^1(i)|$  и  $|\Gamma(A)| = |\Gamma(A^1(j))| + |A^0(j)| - |A^1(j)|$ , то  $|A^0(i)| = |A^0(j)|$  и  $|\Gamma(A^1(i))| = |\Gamma(A^1(j))|$ .

**Теорема 2.** Для произвольного оптимального подмножества  $A \subseteq E^n$  либо существует такая координата  $x_i$ ,  $1 \leq i \leq n$ , что для разбиения  $A = A^0(i) \cup A^1(i)$  справедливо соотношение  $|\Gamma(A)| = |\Gamma(A^0(i))| + |\Gamma(A^1(i))|$ , либо  $A = S_{n-1}^n(a)$ ,  $a \in E^n$ .

Доказательство этого утверждения довольно простое. Действительно, предположим что существует такое оптимальное подмножество  $A \subseteq E^n$ , для которого для всех  $x_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$

$$|\Gamma(A)| = |\Gamma(A^1(i))| + |A^0(i)| - |A^1(i)|, \quad |P(A^0(i))| > |A^1(i)|.$$

Докажем, что в этих условиях множество  $A$  представляет собой множество нулей некоторой монотонной булевой функции в  $E^n$ . Подмножество  $A \subseteq E^n$  предположим приведенным.

Пусть  $a = (a_1, a_2, \dots, a_n) \in E^n$ ,  $|a| = r$ , и  $i_1, i_2, \dots, i_r$  — все те номера, для которых  $a_{i_j} = 1$ . Тогда ясно, что если  $a \in A$ , то  $a \in A^1(i_j)$

и  $\pi_j(\alpha) \in P(A^0(i))$  при  $j=1, 2, \dots, r$ . Для любого набора  $\beta < \alpha$ ,  $\beta \neq \alpha$  существует хотя бы одна такая координата  $x_{i_j}$ , для которой  $\beta < \pi_j(\alpha) \in A$ . При этом ясно, что  $|\pi_j(\alpha)| < |\alpha|$ , и поэтому через несколько шагов подобных рассуждений мы приходим к заключению  $\beta \in A$ .

Далее докажем, что для некоторого  $k, 0 \leq k \leq n$ ,  $A = S_k^n(0)$ . Для этого достаточно рассмотреть произвольную точку  $\alpha \in A$  и воспользоваться тем, что точки  $\pi_j(\alpha)$  являются внутренними точками подмножеств  $A^0(i_j)$ ,  $j=1, 2, \dots, r$ .

Остается добавить, что для полученных подмножеств всегда имеет место случай с) теоремы 1, что противоречит нашим предположениям, или же, что  $A = S_{n-1}^n(0)$ .

Таким образом, в этом пункте мы получили довольно полное описание качественных особенностей разбиений оптимальных подмножеств  $E^n$ .

Основной количественной характеристикой решений дискретной изопериметрической задачи является функция  $\Gamma(\alpha)$ , рассмотренная в (1). Однако подобная характеристика описывает решения с весьма общей точки зрения, в связи с чем возникает интерес к другим, более конкретным характеристикам количественного плана.

Для произвольного подмножества  $A \subseteq E^n$  разбиение по координате  $x_i$  назовем минимальным, если  $|A^0(i)| - |A^1(i)| \leq |A^0(j)| - |A^1(j)|$  для  $j=1, 2, \dots, n$ , и максимальным, если  $|A^0(i)| - |A^1(i)| \geq |A^0(j)| - |A^1(j)|$  при  $j=1, 2, \dots, n$ . Мощности  $|A^0(i)|$  и  $|A^1(i)|$  при минимальном и максимальном разбиениях обозначим соответственно через  $b_0, a_0$  и  $b_1, a_1$ .

Согласно определению стандартного размещения  $L_n^k$  мощности  $a, a = \sum_{i=0}^k C_n^i + \delta$ ,  $\delta < C_n^{k+1}$  легко получить, что  $a_0 = \sum_{i=0}^{k-1} C_{n-1}^i + \delta$  и  $b_0 = \sum_{i=0}^k C_{n-1}^i$  при  $\delta \leq C_{n-1}^k$ , и что  $a_0 = \sum_{i=0}^k C_{n-1}^i$  и  $b_0 = \sum_{i=0}^{k-1} C_{n-1}^i + \delta$ , когда  $\delta > C_{n-1}^k$ .

Легко убедиться также, что  $a_1 = \sum_{i=0}^{k-1} C_{n-1}^i + \sum_{s=0}^r C_{n-m_s-1}^{k-m_s+s-1}$ , и  $b_1 = \sum_{i=0}^k C_{n-1}^i + \sum_{s=0}^r C_{n-m_s-1}^{k-m_s+s}$ , где числа  $m_s, s=1, 2, \dots, r$  были введены

в (1) как элементы разложения числа  $\delta$  в виде  $\delta = \sum_{s=0}^r C_{n-m_s}^{k-m_s+s}$ .

**Теорема 3.** Для произвольного оптимального подмножества  $A \subseteq E^n$  мощности  $a$  и каждого номера  $i, 1 \leq i \leq n$

$$\min(|A^0(i)|, |A^1(i)|) \geq a_1 = \sum_{i=0}^{k-1} C_{n-1}^i + \delta_1$$

Действительно, исходя из имеющихся формул легко убедиться, что  $\rho_k(\delta) \geq \delta_1$ , откуда следует, что для максимального разбиения

стандартного размещения  $L_0^n$  имеет место соотношение  $P(b_1) \geq a_1$ , что соответствует случаям в) или с) теоремы 1. Отсюда, согласно следствию 1 получаем утверждение теоремы.

Полученный результат удачно дополняется следующим.

**Теорема 4.** Для произвольного оптимального подмножества  $A \subseteq E^n$  критической мощности (1) и для каждого номера  $i$ ,  $1 \leq i \leq n$ ,

$$\min(|A^0(i)|, |A^1(i)|) \leq a_0 = \sum_{i=0}^k C_{n-1}^i - (C_{n-1}^k - \delta).$$

Результаты предыдущих пунктов позволяют также дать некоторую общую характеристику оптимальных размещений подмножеств  $E^n$ . Одно из утверждений этого типа было сформулировано в (1).

**Теорема 5.** Если  $A = A^0(i) \cup A^1(i)$  произвольное минимальное разбиение оптимального подмножества  $A \subseteq E^n$  критической мощности (1), то  $|A^1(i)| = a_0$  и  $|A^0(i)| = b_0$ .

Согласно этой теореме для критических мощностей при минимальном разбиении  $A = A^0(i) \cup A^1(i)$  достигаются соответствующие мощности стандартного размещения. С другой стороны, одно из чисел  $a_0$  и  $b_0$  в точности соответствует некоторому шару в  $E^{n-1}$ . Согласно теореме 7  $A^0(i)$  и  $A^1(i)$  оптимальные подмножества в  $E^{n-1}$ , откуда следует, что одно из множеств  $A^0(i)$  и  $A^1(i)$  является шаром, а другое множество оптимальное размещение критической мощности в  $E^{n-1}$ . Таким образом, приведенные рассуждения указывают на индуктивный способ, описывающий все оптимальные размещения критических мощностей.

**Следствие 3.** Для оптимальности подмножества  $A \subseteq E^n$  критической мощности, для которого  $S_k^n(x) \subseteq A \subseteq S_{k+1}^n(x)$  необходимо и достаточно, чтобы оно представляло собой некоторое стандартное размещение.

**Теорема 6.** Для произвольного оптимального подмножества  $A \subseteq E^n$  критической мощности (1) существует такая точка  $x \in E^n$ , что  $S_k^n(x) \subseteq A \subseteq S_{k+2}^n(x)$ .

Результаты, изложенные выше находят приложение в решении различных задач дискретной математики. Укажем одно из таких приложений.

**Теорема 7.** Для произвольного  $\delta$ ,  $0 \leq \delta \leq C_{n-1}^{k+1} |H(A)|$ ,  $A \subseteq E_{k+1}^n$ , минимально тогда и только тогда, когда  $A = L_k^n(k+1)$ .

В этой теореме формулируются необходимые и достаточные условия для "плотной упакованности" специальных систем подмножеств конечного множества, что представляет собой обобщение известной теоремы Краскаля-Катоны (2).

Вычислительный центр  
Академии наук Армянской ССР и  
Ереванского государственного университета

Դիսկրետ իզոպերիմետրիկ խնդրի լուծումների բնդեանուր նկարագիրը

Ներկա աշխատանքը հանդիսանում է (<sup>1</sup>)-ի անմիջական շարունակու-  
թյունը: Նրանում դիտարկվում են  $n$ -չափանի միավոր խորանարդի զազաթ-  
ների քաղմության վրա իզոպերիմետրիկ խնդրի լուծումների տրոհումները:  
Ուսումնասիրվում են նրանց քանակական և որակական օրինաչափությունները:  
Առանձնացվում են հատուկ տիպի հզորություններ, որոնց համար բերվում է  
խնդրի բոլոր լուծումների լրիվ նկարագիրը: Աշխատանքի վերջում նշվում է  
մի կարևոր կիրառություն, որը վերաբերվում է վերջավոր քաղմության են-  
թարաղմությունների հատուկ ընտանիքների սսնդմ դասավորման խնդիրներին:

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

<sup>1</sup> Л. А. Аслабян, Дискретные изопериметрические задачи, Тезисы IV Всесоюзной конференции по теоретической кибернетике, г. Новосибирск, 1977. <sup>2</sup> В. Бляшке, Круг и шар, М., 1967. <sup>3</sup> П. Эрдеж, Дж. Спенсер, Вероятностные методы в комбинаторике (дополнение), М., 1976.

УДК 517.53

МАТЕМАТИКА

Г. А. Барсегян

Геометрический подход к проблеме  
 разветвленности римановых поверхностей

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Н. У. Аракеляном 19/IX 1977)

Истоки рассматриваемого вопроса связаны с некоторыми взглядами Р. Невалинна на теорию распределения значений мероморфных функций <sup>(1)</sup>. В обзоре 1930 г. <sup>(2)</sup> Р. Невалинна конечную цель теории трансцендентных функций видел в точном знании соответствующей римановой поверхности (см. введение). Разумеется такое знание — это, в первую очередь, информация о трансцендентных (в частности логарифмических) и алгебраических точках ветвления римановой поверхности.

Такую информацию удалось получить <sup>(1)</sup> в случае римановых поверхностей интересного, но частного класса  $F_g$ . Однако здесь это удается за счет того, что поверхность  $F_g$  можно эффективно разбить на полулисты и исчерпывая ими  $F_g$ , считать алгебраические и логарифмические особенности связанные с этими полулистами. Эквивалентное по содержанию описание можно получить при обычном исчерпании поверхности  $F_g$ , если использовать геометрическое определение дефектных значений введенных в работе автора <sup>(2)</sup>.

Изучение вопроса в общем случае Р. Невалинна связывал с понятием дефектного значения. Он предлагал рассматривать дефект значения  $a$  функции  $w(z)$ , как меру трансцендентной разветвленности римановой поверхности функции  $w^{(-1)}$  над точкой  $a$  (см. <sup>(2)</sup> п. 271-272; <sup>(2)</sup>, §3). Это предложение основано на следующем наблюдении. Де-

фектность значения  $a$ ,  $\delta(a) > 0$ , или, что то же  $\lim_{r \rightarrow \infty} \frac{N(r, a)}{T(r)} < 1$  озна-

чает что значение  $a$  относительно редко принимается в любом круге  $|z| \leq r$ ,  $r > r_0$ . Поэтому казалось вероятным, что возникновение дефектного значения обусловлено тем, что значение  $a$ , вообще говоря, „редко“ принимается на римановой поверхности функции  $w^{(-1)}$ , т. е. имеется „достаточно мощное“ множество трансцендентных особых

точек на римановой поверхности функции  $\omega^{(-1)}$ , лежащих над значением  $a$ .

Однако, как выяснилось позднее, понятие дефекта не находится в непосредственной связи с трансцендентной разветвленностью римановой поверхности, так как для различных классов функций были построены примеры дефектных неасимптотических значений (4), и с другой стороны примеры, когда наличие трансцендентных особых точек римановой поверхности над значением  $a$  не приводит к дефектности значения  $a$  (1).

Ниже предлагается другой подход к изучению трансцендентной и алгебраической разветвленности римановой поверхности функции  $\omega^{(-1)}$ , основанный, в отличие от подхода Р. Неванлинна, на конкретной связи трансцендентных особых точек римановой поверхности и асимптотических линий функции  $\omega(z)$ .

Пусть  $M_\Gamma$  — множество точек полной римановой поверхности функции  $\omega^{(-1)}$  проектирующихся в кривую  $\Gamma$ . Исключим из  $M_\Gamma$  все алгебраические и трансцендентные точки. Оставшееся множество содержит набор интервалов, концами которых являются алгебраические точки ветвления, трансцендентные точки или простые точки проектирующиеся в концы кривой  $\Gamma$ .

Пусть  $\{M_i(\Gamma)\}$  — множество этих интервалов ( $i$  — номер интервала),  $\{M_{\alpha}(\Gamma)\}$  — подмножество  $\{M_i(\Gamma)\}$  включающее в себя только такие интервалы, которые имеют в качестве конечной точки хотя бы одну алгебраическую или трансцендентную точку. Обозначим через  $\bar{S}(r, \Gamma)$  — количество интервалов из  $\{M_i(\Gamma)\}$  — прообразы которых имеют общие точки с кругом  $|z| \leq r$ . Соответственно  $S(r, \Gamma)$  — количество интервалов из  $\{M_{\alpha}(\Gamma)\}$  — прообразы которых имеют общие точки с кругом  $|z| \leq r$ .

**Теорема 1.** Пусть  $\omega(z)$  мероморфная в  $|z| < \infty$  функция,  $\Gamma$  — ограниченная гладкая жорданова кривая в  $w$ -плоскости,  $c$ , ( $c < 1$ ) — произвольная постоянная. Тогда существует постоянная  $K_1 = K_1(c) < \infty$ , такая, что при  $r > r_0$  выполняется

$$\bar{S}(r, \Gamma) \leq K_1 T(cr). \quad (1)$$

**Теорема 2.** Пусть  $\alpha(z)$  мероморфная  $|z| < \infty$  функция,  $\Gamma_{\nu}$ , ( $\nu = 1, 2, \dots, g$ ) — конечный набор не имеющих общих точек, ограниченных гладких жордановых кривых в  $w$ -плоскости,  $c$ , ( $c > 1$ ) — произвольная постоянная. Тогда существует постоянная  $K_2 = K_2(c) < \infty$  такая, что при  $r > r_0$  выполняется

$$\sum_{\nu=1}^g S(r, \Gamma_{\nu}) \leq K_2 T(cr) \quad (2)$$

Теорема 2 содержит подход к вопросу описания алгебраической и трансцендентной разветвленности римановой поверхности функции  $\omega^{(-1)}$ . В сумме  $S(r, \Gamma)$  фигурируют только такие интервалы, которые

имеют в качестве концевой точки хотя бы одну алгебраическую или трансцендентную точку. Заметим, что для любого из этих интервалов, прообраз его, начиная с некоторого  $r$  имеет пересечение с кругом  $|z| \leq r$ . Следовательно, начиная с этого  $r$  величина  $S(r, \Gamma)$  получает приращение равное единице, т. е. в величине  $S(r, \Gamma)$  фиксируется соответствующая концевая точка разветвления (трансцендентная или алгебраическая).

Поэтому оценки сверху величины  $S(r, \Gamma)$  являются в то же время оценками трансцендентной и алгебраической разветвленности римановой поверхности над  $\Gamma$ .

Из теоремы 2 вытекает следствие аналогичное соотношению дефектов.

*Следствие.* Пусть  $w(z)$  мероморфная в  $|z| < \infty$  функция  $M(\Gamma)$  — некоторое множество ограниченных гладких жордановых кривых  $\Gamma$  в  $w$ -плоскости, таких, что каждая точка в  $w$ -плоскости или принадлежит некоторой кривой  $\Gamma$ , или является граничной для не более, чем двух кривых  $\Gamma^*$ ,  $c$  — действительное число ( $c > 1$ ). Тогда для произвольного набора кривых  $\Gamma_i \subset M(\Gamma)$  выполняется неравенство

$$\sum d(\Gamma_i) \leq K_2 < \infty \quad (3)$$

где

$$d(\Gamma) = \lim_{r \rightarrow \infty} \frac{S(r, \Gamma)}{T(cr)} \quad (4)$$

откуда получаем, что исключая, быть может, счетное множество отрезков  $\Gamma_i \subset M(\Gamma)$ , для всех остальных  $\Gamma_i \subset M(\Gamma)$

$$d(\Gamma) = 0. \quad (5)$$

В силу вышесказанного выражение  $d(\Gamma)$  можно рассматривать как суммарную разветвленность римановой поверхности над  $\Gamma$ , откуда тривиальным образом можно выделить трансцендентную и алгебраическую разветвленность. Отметим, что  $d(\Gamma)$  — есть также оценка сверху трансцендентной и алгебраической разветвленности над произвольной точкой  $a \in \Gamma$ .

Пусть теперь  $\Phi(r, \Gamma)$  — количество точек  $re^{i\theta}$  на окружности  $|z|=r$ , таких, что  $w(re^{i\theta}) \in \Gamma$ .

Величины  $S(r, \Gamma)$  и  $\Phi(r, \Gamma)$  связаны следующим соотношением

$$S(r, \Gamma) \leq \Phi(r, \Gamma) + 2n_1(r, \Gamma),$$

где  $n_1(r, \Gamma)$  — сумма кратностей кратных точек из круга  $|z| \leq r$ , образы которых лежат на  $\Gamma$ .

\* Примером  $M(\Gamma)$  может служить множество концентрических окружностей или множество параллельных отрезков, покрывающих плоскость

Теорема 3. Пусть  $w(z)$  мероморфная в  $|z| < \infty$ , функция нижнего порядка  $\lambda < \infty$ ,  $\Gamma_v$ , ( $v = 1, 2, \dots, g$ ) — конечный набор не имеющих общих точек, ограниченных гладких жордановых кривых в  $w$  — плоскости. Тогда существует постоянная  $K = K(\lambda) < \infty$  такая, что на некотором неограниченном множестве значений  $r$  выполняется

$$\sum_{v=1}^g \Phi(r, \Gamma_v) \leq K(\lambda) T(r).$$

Теоремы 1—3 находятся в сложных качественных и количественных связях с выводами теории распределения Р. Неванлинна. Здесь мы ограничимся указанием на то, что несмотря на разницу в подходах, удается проследить связи между ними и можно показать, что теорема 2 содержит в себе утверждение, аналогичное одной из эквивалентных (в смысле описания соотношений разветвленности) записей второй основной теоремы теории поверхностей наложения Л. Альфорса, которая в свою очередь является аналогом второй основной теоремы Р. Неванлинна.

В заключение выражаю благодарность Н. У. Аракеляну и А. А. Гончару за ценные обсуждения результатов.

Институт математики  
Академии наук Армянской ССР

#### Գ. Ա. ԲԱՐՍԵՂՅԱՆ

### Երկրաչափական մոտեցում ռիմանյան մակերևույթների եյուդափորման պրոբլեմին

Հոդվածում ուսումնասիրվում են մերոմորֆ ֆունկցիաներին համապատասխանող ռիմանյան մակերևույթների եզակիությունները, ժամանակին Ռ. Նևանլինան իր մտքածղեֆեկտները դիտարկում էր որպես տրանսցենդենտ եզակիությունների բնութագրիչ: Ինչպես պարզվեց հետազոտում, անմիջական կապ դեֆեկտների և տրանսցենդենտ կետերի միջև չկա: Տվյալ աշխատանքում տրվում է այդ եզակիությունների նկարագրությունը, որը ի տարբերություն Ռ. Նևանլինայի մոտեցմանը, հիմնվում է տրանսցենդենտ կետերի և ասիմպտոտիկ գծերի միջև եղած անմիջական կապի վրա:

#### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> Р. Неванлинна, Однозначные аналитические функции, ОНТИ, 1941 <sup>2</sup> R. Nevanlinna, Abhandlung aus dem Mathematische Seminar der Hamburgshen Universitet, В. 8, №4, 351 — 400 (1930) <sup>3</sup> Г. А. Барсегян, „Известия АН Арм. ССР“, сер. матем., Т. XII, №1 (1977). <sup>4</sup> А. А. Гольдберг, Математический анализ, т. 10 (1973).

УДК 551.24(479.25)

ГЕОЛОГИЯ

Член-корреспондент Академии наук Армянской ССР А. Т. Асланян,  
М. А. Сатнан

## Зангезурский офиолитовый пояс Малого Кавказа

(Представлено 20/IX 1977)

В зоне Зангезурского глубинного разлома и на ю-в басс. оз. Севан недавно были обнаружены породы офиолитовой ассоциации. Этот факт и данные сейсмического профилирования (<sup>1</sup>) позволяют обосновать наличие третьего на Малом Кавказе—Зангезурского офиолитового пояса.

Коренные выходы офиолитов в зоне Зангезурского разлома выявлены в верховье бассейна р. Агандзугет (рис. 1). Кремнисто-вулканогенная формация офиолитовой ассоциации представлена спилитовыми порфиритами и спилитами, включающими редкие, но достаточно мощные (до 10—15 м) линзы спонголитов и спонголито-радиоляритов, а также зеленовато-серых микрозернистых кремней. Породы эти катаклазированы, развальцованы и местами представляют тектоническую брекчию. По левобережью р. Агандзугет у кочевки с. Татев и в ряде других пунктов спилиты преобразованы в листвениты, а местами пиритизированы. Верхняя часть разреза кремнисто-вулканогенной формации слагается туфами, розовыми известняками с линзами радиоляритов и изредка окисных марганцевых руд. Общими для них являются следующие элементы залегания: аз. пад. СВ 50—80°,  $\angle$  40—85°. На правом борту долины р. Агандзугет эти отложения по крупному разлому сочленяются с порфиритами и вулканическими брекчиями сраберд-такцарской свиты, относимой к сантону (<sup>2</sup>). Вышележащие потоки порфиритов левобережья долины Агандзугета условно относятся к сантону, но не исключен их палеогеновый возраст, весь же комплекс здесь прорван экстрюзиями андезито-базальтовых порфиритов среднего эоцена—капутджинской свиты (<sup>3</sup>), с прихваченными блоками известняков мелового облика и редкими мелкими телами оливинитов, соотношение с которыми остается неясным. Допустимо предположение о принадлежности к той же офиолитовой серии крупных, тектонически обособленных блоков оливинитовых габбро, троктолитов, магнетитовых оливинитов, включаю

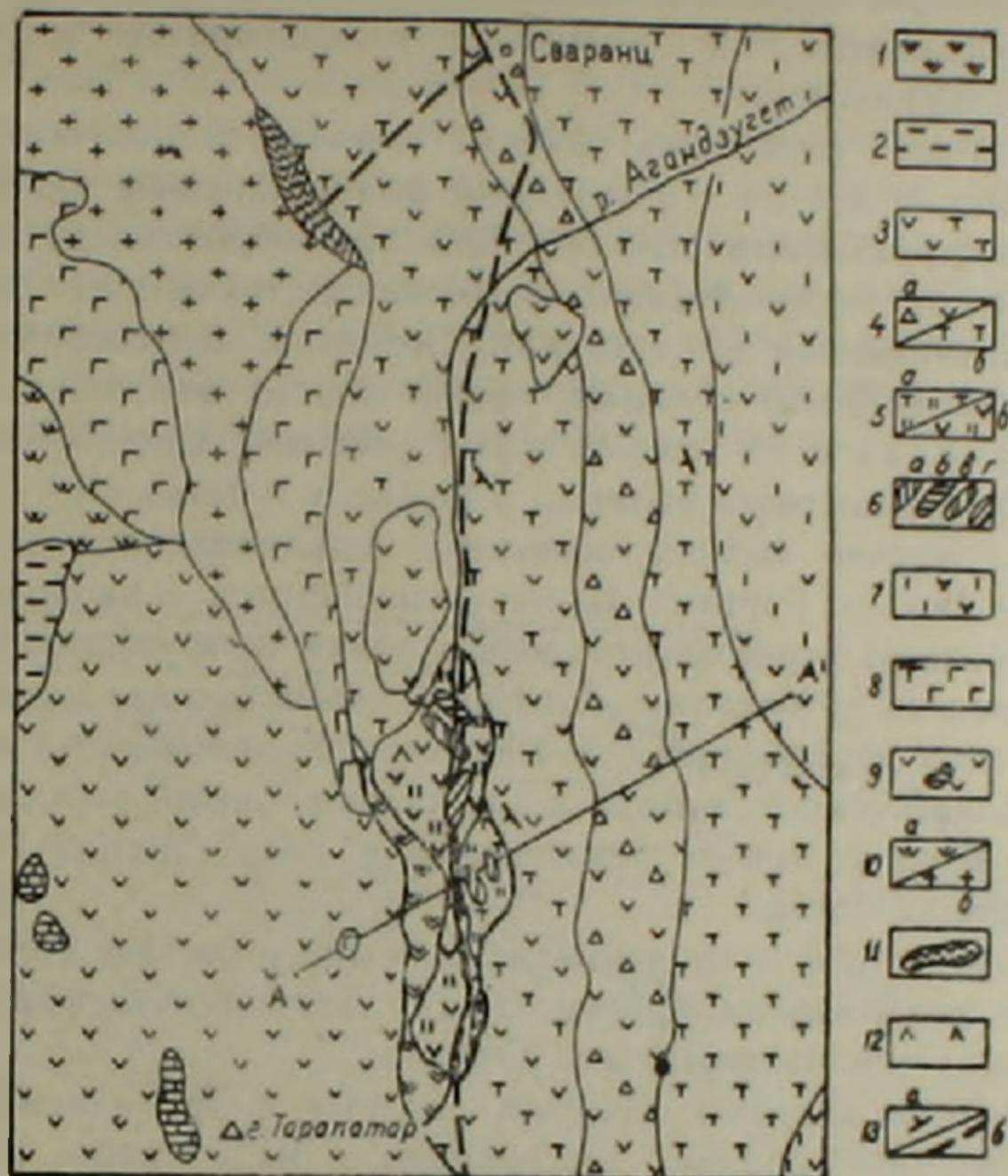


Рис 1 Схема геологического строения бассейна р. Агандзугет

- 1 Порфириты андезито-базальтовые (покровы и потоки). Палеоген-сантон?
- 2 Известниково-терригенная толща Даний-палеоцен.
- 3 Порфириты, вулканические брекчии андезито-базальтового состава с линзами туффитов и известняков (сраберд-такцарская свита). Сантон
- 4 а) Вулканомиктовые конгломераты, туффиты, реже вулканические брекчии, в кровле—песчаники Верхний коньяк. б) Известняки, песчаники, туффиты, конгломераты. Верхний турон?—нижний коньяк
5. Офиолитовая серия а) Чередование литокластических туфов, известняков, радиоляритов, вмещающих мелкие линзы окисных марганцевых руд. б) спилитовые и андезитовые порфириты, спилиты, с пачками спонголитов, радиолярит-спонголитов и микрозернистых кремней. б) Линзы и глыбы силицитов и кристаллических известняков: а) радиоляриты известковистые и марганцевистые, б) микрозернистые кремни брекчневидные, в) спонголиты и радиолярито-спонголиты сланцеватые, г) кристаллические известняки
7. Вулканогенно-карбонатная толща Верхняя юра-неоком-апт
8. Оливиновые габбро, магнетитовые оливиниты, реже перидотиты, троктолиты, серпентиниты
- 9 Экструзивные порфириты (капуджихская свита,  $Pg_2^2$ )
10. а) Монциониты, кварцевые монциониты, б) гранодиориты, кварцевые диориты, банатиты Поздний палеоген.
11. Андалузитоносные кварциты
12. Листвениты
13. а) Элементы залегания, б) Разломы

щих мелкие тела перидотитов и серпентинитов, в целом размещенных среди прорывающих их третичных гранодиоритов и монцититов верховья р. Карауцгет.

Итак, в зоне глубинного разлома выявляется типичный офиолитовый тектонит, при этом его западный фланг нарушен поздними интрузиями и экструзивными телами. Подобные образования в комплексе отличаются от тектонического меланжа деструкциями, вызванными поздним интрузивным магматизмом. Вероятно, целесообразно, в отличие от тектонического меланжа, обозначить их меланжем тектономагматическим. В сопредельных регионах сходные образования известны в зоне цветного меланжа в Иране, у г. Нани (<sup>4</sup>).

Агандзугетские выходы офиолитов выклиниваются к югу вдоль разлома, в басс. р. Гиратах. Блоки радиоляритов и карбонатизированных гипербазитов вновь встречаются в полях экструзивных порфиритов по левобережью р. Мусалам, а обломки их — в составе нижнесенонских конгломератов правобережья р. Шишкерт. Конгломераты, содержащие офиолитокластический материал, выявлены также в основании известняков верхнего сенона левобережья р. Гехи (данные Р. Т. Таяна) и на пастбищах Чолан.

Итак, офиолиты и продукты их размыва в составе раннесенонских отложений оказываются типичными для мезозойского комплекса, слагающего зону т. н. Зангезурского разлома.

Различие в строении крыльев разлома и принадлежность его к структурам шовного типа рассмотрены в ряде работ (<sup>5-9</sup>). Новые данные позволяют типизировать зону разлома как офиолитовую и обосновать ее самостоятельное место и значение в структуре Малого Кавказа (рис. 2).

Судя по геофизическим данным, глубинный разлом к северу продолжается к центральной части котловины оз. Севан (<sup>9</sup>). Офиолитовая ассоциация, представленная диабазами и габбро с мелкими телами пироксенитов, вскрыта у с. Карчахпюр на южном берегу озера (<sup>10</sup>). Полосовое гравиметрическое поле дна котловины с резкими градиентами силы тяжести, наличие вдоль оси котловины зон травертинов и разгрузки подземных вод, резкие фациальные изменения донных осадков и особенности распределения в них вторичных ореолов рассеивания ряда металлов в совокупности позволяют наметить дальнейшее простиранье офиолитов через акваторию к СЗ оконечности озера. Офиолиты здесь обнажаются в басс. р. Дзкнагет. Дзкнагетские и более западные, чернореченские выходы офиолитов и офиолиты, выступающие в ядрах брахантиклиналей Ширакского хребта (<sup>6</sup>), ранее рассматривавшиеся в составе Севанского пояса, в свете изложенного заняли соответствующее сейсмическому глубинному профилированию позицию в структуре Зангезурского офиолитового пояса. Слагающая эту зону кремнисто-вулканогенная толща в формационном отношении наиболее сходна с кремнисто-эффузивной формацией Севанского офиолитового пояса. Их сближают: низкий индекс эксплозивности продуктов вулка-

низма, значительные объемы силцитов, распространение марганцевистых силцитов и гематитовых яшм, наличие линз эффузивно-осадочных марганцевых руд. Вместе с тем кремнисто-эффузивная формация Зангезурского пояса обособляется по более высокой частоте встречаемости среди толентов вулканитов субщелочной серии, причем в строении этой формации не обнаруживаются типичные шаровые лавы силцитов, вариолитов, столь характерные для Севанского пояса. Обращают внимание и сравнительно меньшие объемы силцитов, наличие среди них спонголитов и радиоляритово-спонголитовых смешанных пород, более мелководных, чем радиоляритовая фация.

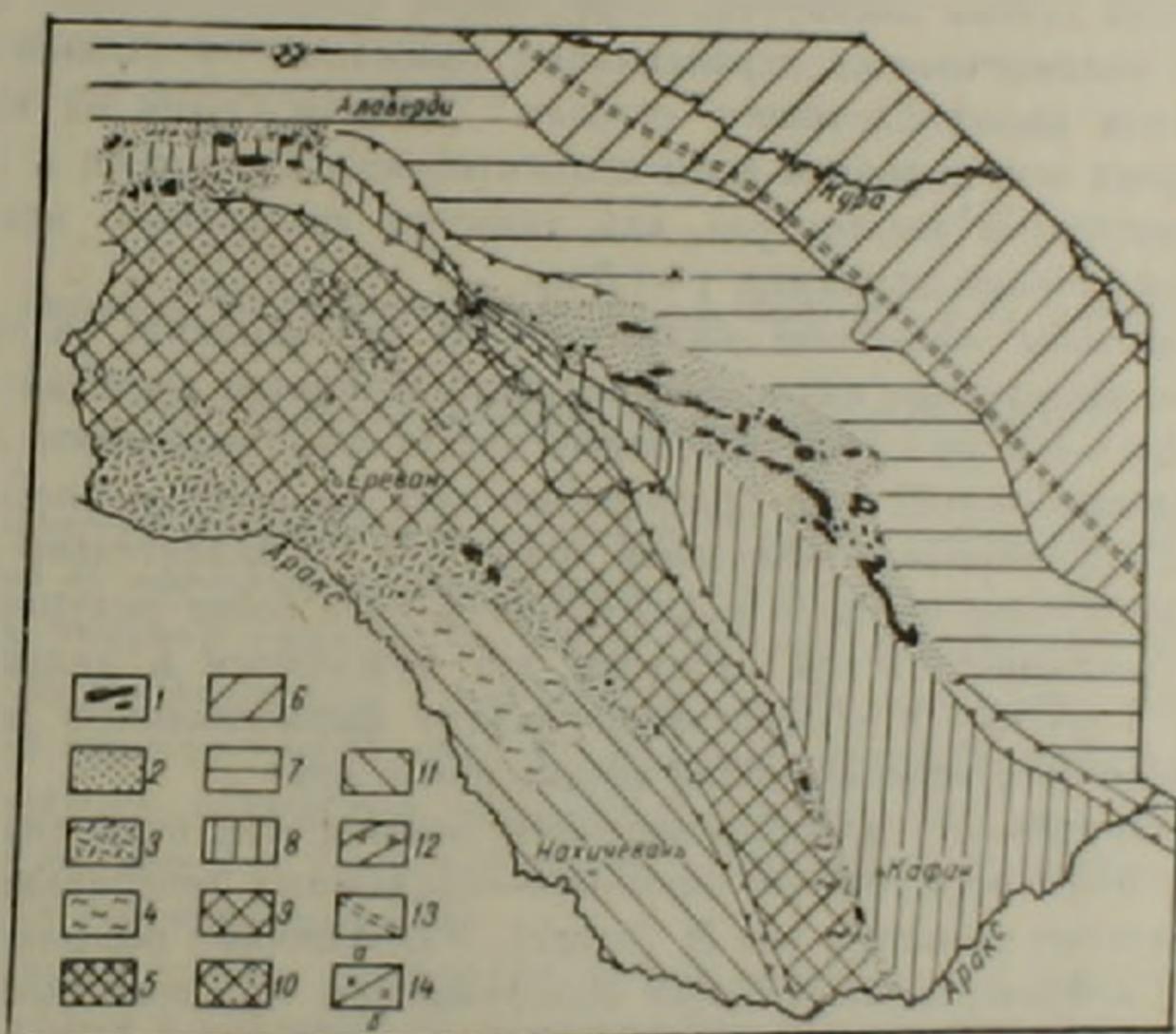


Рис. 2. Схема палеотектонической зональности Малого Кавказа.

1—3—Офиолитовые пояса (с СЗ на ЮВ) Севанский, Зангезурский, Ведикский 1—Выходы ультрамафитов и серпентинитов; 2—распространение офиолитовой ассоциации (ультрамафиты, силциты, радиоляриты); 3—офиолитокластические отложения в надофиолитовом «чехле»; 4—выходы среднего—верхнего палеозоя и триаса; 5—выходы досреднепалеозойского метаморфического комплекса. Крайние и межофиолитовые зоны (6—11) 6—Предмалокавказская; 7—Сомхето-Карабахская; 8—Базумо-Кафанская; 9—Анкаван-Мегринская; 10—приподнятое положение эпибайкальского фундамента по геофизическим данным; 11—Урц-Джюльфинская; 12—Глубинные разломы, выделяемые по геофизическим данным; 13—зона глубинного разлома, предполагаемая; 14—скважины, вскрывшие: а—породы офиолитовой ассоциации, б—породы эпибайкальского фундамента, либо среднепалеозойского—триасового чехла без признаков офиолитовой ассоциации в разрезе мезозоя—палеогена.

Возраст формации на основе имеющихся скудных данных радиометрического и радиологического анализов относится к альб-раннеконьякскому времени (<sup>12</sup>), т. е. соответствует возрасту кремнисто-вулканогенных формаций Севанского и Вединского поясов.

Внутреннее строение Зангезурского офиолитового пояса отличается наибольшей тектонизацией, нарушением и приближается к т. н. тектоническому меланжу—примером являются офиолиты Базумского хребта; агандзугетские выходы, вероятно, также могут быть отнесены к тектоническому меланжу, а западные их фрагменты—к тектоно-магматическому меланжу.

Довольно специфично строение формаций надофиолитового «чехла». Сокращенные или нулевые мощности граувакковой и известняковой формаций сенона достаточно определенно свидетельствуют о преобладании положительных вертикальных движений в ранний этап формирования надофиолитового «чехла». В этом одна из важных отличительных черт строения зоны сравнительно с Севанской и Вединской офиолитовыми зонами, где, как известно, суммарные мощности указанных формаций достигают 1—1,5 км.

Внутренние масштабы палеогенового вулканизма. Сложные экструзивно-эффузивные комплексы андезито-базальтов достигают мощности до 2—3 км, при этом некоторые экструзивы выступают в виде мощных дайковых образных тел, протягивающихся на десятки километров вдоль Ю-З обрамления офиолитовой зоны (<sup>3,6</sup>). Сравнительно с другими офиолитовыми поясами в Зангезурской зоне более редуцированы формации орогенного этапа. Вопросы эти нуждаются в дальнейшем подробном изучении и представляют задачу формационного анализа постофиолитовой стадии эволюции офиолитовых зон.

В формировании палеотектонической зональности очевидна определяющая роль офиолитовых прогибов—«надежных генеральных линий» складчатых областей (по Э. Зюссу). Разобщенные офиолитовыми прогибами континентальные блоки обнаруживают большое сходство с островодужными структурами, но эта аналогия весьма условна, поскольку офиолитовые прогибы региона достигают в своем развитии лишь стадии рифтинга красноморского типа.

Мезозойским вулканическим дугам—Сомхето-Карабахской и вновь выделенной Базумо-Кафанской (<sup>12</sup>) показателен известково-щелочной вулканизм. Анкаван—Мегринская и Ури—Джюльфинская зоны, сопоставимые с осадочными дугами, обозначают общую тенденцию ослабления мезозойского вулканизма в направлении к внутренней части Малого Кавказа. Эти латеральные вариации коррелируются и с офиолитовым вулканизмом: с сокращением масштабов эффузивного вулканизма от Севанской зоны к зоне Вединской, сменой толентов субщелочными базальтоидами, уменьшением глубины вулканического трога; сокращаются также масштабы кремненакопления, связанного с вулканизмом и т. д. Эти общие тенденции развития вряд ли могли сложиться при аллохтонном механизме становления офиолитов (<sup>13</sup>). Досреднезо-

ценовый основной этап структурообразования в Загезурской зоне определяется из примечательного факта прорывания среднеэоценовыми экстрюзиями надвинутых на офиолитовую зону Каджаранского и Кафанского блоков. События эти заключены в интервале формирования надвигов палеозойского комплекса на конгломераты раннего сенона, т. е. относятся к позднеэоценовому—палеоэоценовому этапу (ларамийская фаза).

В заключение отметим, что выделение Загезурского офиолитового пояса конкретизирует задачи дальнейших исследований в области сейсмоструктоники, региональной геологии и металлогении Малого Кавказа.

Институт геологических наук  
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ քղրակից-անդամ Ա. Տ. ԱՍԼԱՆՅԱՆ, Մ. Ա. ՍԱԲՅԱՆ.

### Փոքր Կովկասի Զանգեզուրի օֆիոլիտային գոտին

Զանգեզուրի խորքային բեկվածքում և Սևանի հարավ-արևելքում հայտնարևրված են օֆիոլիտային ասոցիացիայի ապարներ:

Փոքր Կովկասի ստրուկտուրայում Զանգեզուրի օֆիոլիտային գոտու առկայությունը հիմնավորվում է նաև շրջանի հյուսիս-արևմտյան մասում օֆիոլիտների ստրուկտուրային դիրքով և խորքային սեյսմիկայի տվյալներով:

Հասակային տեսակետից օֆիոլիտային ասոցիացիայի ապարները հանդիսանում են Սևանի և Վեդու օֆիոլիտների նմանակր և վերագրվում են այրուշ կավճի ժամանակաշրջանին:

Բերվում է շրջանի սլալեոտեկտոնական շրջանացման նոր սխեմա, որի հիմքում ընկած է օֆիոլիտային գոտիների ստրուկտուրային նշանակությունը, որոնցով բաժանվում են մայրցամաքային կեղևի բլոկները:

Նոր սխեման ճշտում է սեյսմո-տեկտոնիկայի, ռեգիոնալ երկրաբանությունից և մետաղածնության ասպարեզում ապագայի կատարվելիք աշխատանքների ուղղությունները:

### ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Ք Յ Ո Ւ Ն

- 1 Г. В. Егоркина и др., Разведочная геофизика, вып. 72, «Недра», М., 1976. 2 В. Т. Аюлян, Геология СССР, т. XLIII, «Недра», М., 1970. 3 Р. Т. Джрбашян, О. П. Гуюм-Джян, Р. Т. Таян, Зап. Арм. отд. Всес. минер. об-ва, Ереван, 1976. 4 М. Davoudzadeh, Geol., Surv. Iran, Rep. № 14, 1972. 5 С. С. Мкртчян, Загезурская рудоносная

область, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1958. <sup>8</sup> А. Т. Асланян, Региональная геология Ар-  
мении, Ереван, 1958. <sup>9</sup> В. Б. Барсегян, А. Т. Габрислян и др. «Известия АН Арм. ССР»,  
Науки о Земле, № 4, 1972. <sup>10</sup> Э. В. Ананян, А. В. Вартанян, Г. Р. Мкртчян, «Известия  
АН Арм. ССР», Науки о Земле, № 6, 1976. <sup>11</sup> С. Н. Назаретян, С. С. Казарян, «Извес-  
тия АН Арм. ССР», Науки о Земле, № 3, 1976. <sup>12</sup> Р. Т. Мириджанян, «Известия АН  
Арм. ССР», науки о Земле, № 6, 1976. <sup>13</sup> М. А. Сатиан, Ж. О. Степанян, «Известия АН  
Арм. ССР», науки о Земле, № 1, 1976. <sup>14</sup> А. Т. Асланян, М. А. Сатиан, «Известия АН  
Арм. ССР», Науки о Земле, № 4—5, 1977. <sup>15</sup> А. Л. Книппер, Океаническая кора в струк-  
туре Альпийской складчатой области юга Европы, западной части Азии и Кубы, «Нау-  
ка», М., 1975.

УДК 552.321.6

ПЕТРОГРАФИЯ

С. Б. Абовян, Ф. В. Каминский

## О глубинности формирования ультрамафитов Армянской ССР

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР А. Т. Асланяном 11/V 1977)

Среди вопросов о генезисе ультрамафитов одним из наименее разработанных является вопрос о глубинности их образования. Привлекая различные геологические и петрографические данные, разные исследователи определяют глубину формирования ультрамафитов в весьма широком диапазоне: от первых километров (<sup>1</sup>) до десятков километров (<sup>2,3</sup>). Решение этого вопроса имеет большое значение для прогнозирования месторождений полезных ископаемых, в частности, алмаза.

На территории Армянской ССР ультрамафитовые и связанные с ними мафитовые породы приурочены к двум узким дугообразным офиолитовым поясам СЗ простирания—Севанскому и Вединскому.

Севанский офиолитовый пояс прослеживается вдоль Базумского Ширакского и, главным образом, Севанского хребтов и характеризуется значительными размерами. К ЮВ он продолжается в Азербайджанскую ССР в бассейны рр. Тертер и Акера, в связи с чем в масштабах Малого Кавказа пояс известен под названием Севано-Акеринского. Вединский (Приараксинский) пояс прослеживается в направлении сс. Арташат—Веди—Нахичевань и отличается значительно меньшими размерами. Эти парные пояса продолжаются на СЗ в Турцию и на ЮВ в Иран и входят в состав офиолитов крупной Средиземноморской области.

Оба пояса играют важную роль в геологическом строении Малого Кавказа, который расчленяется на три оротектонических пояса, характеризующихся различной историей геологического развития (с СВ на ЮЗ): Антикавказский, Севанский и Араксинский (<sup>4</sup>). Севанский офиолитовый пояс входит в состав Присеванской мегасинклинальной зоны Севанского оротектонического пояса, а Вединский—в состав Ереванской мегасинклинальной зоны Араксинского оротектонического пояса. Офиолитовые пояса выполнены мощными вулканогенно-осадочными и осадочными образованиями палеозоя, мезозоя и палеогена и возникли

на границе различных тектонических зон—Присеванской мегасинклинальной зоны с Сомхето-Карабахской мегаантиклинальной зоной (Севанский пояс) и Ереванской мегасинклинальной зоны с Приараксинской мегаантиклинальной зоной (Вединский пояс).

Наличие среди указанных поясов многочисленных массивов мафит-ультрамафитовых пород фиксируют собой зоны глубинных разломов, по которым ограничиваются друг от друга названные тектонические зоны. Кроме того, глубинные разломы характеризуются наличием вдоль них гравитационных ступеней<sup>(5)</sup>, обусловленных различной глубиной залегания поверхности Мохоровичича по обе стороны от разломов. Заложение последних произошло в досеноманское время, а в верхнем мелу и эоцене—в периоды наиболее интенсивного прогибания происходило их дальнейшее развитие.

По форме массивы мафит-ультрамафитовых пород обоих поясов образуют узкие линзо-, дайко-, штоко- и пластообразные тела, вытянутые в СЗ направлении согласно с простиранием вмещающих вулканогенно-осадочных пород. Размеры массивов достигают до 50—70 кв. км. Массивы обычно многофазные и имеют сложный состав. В их строении в различных количественных соотношениях участвуют ультрамафиты (70%) и мафиты (30%). Выделяются четыре фазы внедрения, сопровождаемые соответствующими жильными породами. Рассматриваемые породы относятся к «альпийским» габбро-перидотитовым комплексам Е. Д. Джексона и Т. П. Тайера<sup>(6)</sup>.

В последнее время при детальном исследовании вещественного состава ультрамафитов Армении были получены новые данные, позволяющие более определенно количественно восстановить глубину их формирования.

При термохимическом разложении ряда проб ультрамафитов в ЦНИГРИ в одной из проб Степанаванского района, отобранной недалеко от с. Катнахпюр, были обнаружены мелкие кристаллы алмаза<sup>(7)</sup>. Кроме них, в нескольких пробах были найдены гранаты пирропальмандинского ряда. Гранаты были обнаружены в серпентинизированных перидотитах бассейна р. Дзорагет (у с. Катнахпюр—пробы ХМК—3, ХМК—4, ХМК—6; на южном склоне г. Чах-чах—пробы Айс—23/7, Айс—23/9) на северо-восточном побережье оз. Севан (у с. Бабаджан—проба ХБК—7; у с. Джил—пробы ХБК—13, ХБК—28, ХБК—35, ХБК—37; г. Инак-даг—проба 26/4), в Амасийском районе (проба Айс—25/15). Совместно с гранатом в нерастворимом остатке проб отмечались хромшпинелид, корнуд, графит, в ряде случаев муассанит.

Состав обнаруженных гранатов и хромшпинелидов был определен с помощью рентгеновского микроанализатора. Гранаты из всех проб почти одинаковы по составу и имеют 50—52% альмандинового и 20—22% пирропового компонентов, с примесью 19—22% гроссулярового компонента. Несмотря на их довольно высокую железистость, гранаты все же могут считаться несомненным индикатором повышенных дав-

лении (более 10 кбар). Примесь хрома в этих гранатах невелика (0,015—0,03%, что дает при пересчетах лишь 0,1% уваровитового компонента).

Ассоциирующие с гранатами хромшпинелиды довольно высокохромисты (60—70% хромового компонента). Они относятся по составу к алюмохромиту, субферрихромиту, хромиту и близки к рудным и аксессуарным хромшпинелидам Кемпирсайского плутона. На диаграмме Н. Ю. Малиновского и А. М. Дорошева (<sup>8</sup>) сосуществующие гранаты и хромшпинелиды такого состава относятся к области давлений свыше 25 кбар.

Более определенно термодинамические параметры формирования ультрамафитов Армении можно установить с помощью парагенетического анализа породообразующих минералов, основанного на принципе фазового соответствия и примененного к ультрамафитам в недавней работе Ф. В. Каминского и А. И. Ваганова (<sup>9</sup>). Используя результаты химических анализов сосуществующих оливина и пироксенов (<sup>9</sup>), мы получили для ультрамафитов Джил-Сатанахачского, Мумухан-Красарского и Кармракарского массивов следующие цифры: температура 1240—1300°C, давление 30—38 кбар (табл. 1). При этом наименьшими давлениями формирования характеризуются габбро-нориты Кармракарского массива, а максимальными—лерцолиты Джил-Сатанахачского массива.

Касаясь вопроса о глубине формирования мафит-ультрамафитовых интрузивных пород по геологическим данным, исследователи (<sup>10, 11</sup>) полагают, что они сформировались на небольших глубинах—нередко нескольких сот метров, при этом допускается возможность их проникновения до дневной поверхности. Это положение они обосновывают исходя из того факта, что большинство ультрамафитовых интрузивов вскоре после своего обнажения подверглись размыву. С. Б. Абовян (<sup>7</sup>), судя по мощности непрорванной надинтрузивной кровли, для массивов мафит-ультрамафитовых интрузивных пород офиолитовых поясов Малого Кавказа устанавливает глубину формирования в пределах 250—350 м и возможность их проникновения до дневной поверхности.

Однако выше было показано, что формирование ультрамафитов офиолитовых поясов Армянской ССР происходило при высоких температурах (1240—1300°C) и давлениях (30—38 кбар), что соответствует глубинам 90—120 км в условиях верхней мантии. Эти данные, вероятно, указывают на условия зарождения вещества ультрамафитовой (перидотитовой) магмы. Последняя согласно экспериментальной работе Н. Л. Боуэна и О. Ф. Таттла (<sup>12</sup>) рассматривается нами как кашеобразный агрегат, состоящий из оливиновых и пироксеновых кристаллов, промежутки между которыми заполнены магматической жидкостью или парами воды. При подъеме в верхние горизонты земной коры этот кашеобразный материал полностью кристаллизуется уже в близповерхностных условиях с одновременной или последующей серпентинизацией оливина и пироксенов в результате воздействия растворов или паров, происходящих или из окружающих геосинклинальных осадков или из

интрузивных тел кислой магмы. В этих случаях наблюдаются контактовые воздействия возникающих массивов на вмещающие породы, соответствующие низким ступеням метаморфизма (350—550 С).

Термодинамическая оценка скорости вывода ультрамафитовых масс к поверхности Земли для ряда массивов (3) указывает на стабильные условия протемагматического этапа формирования пород (сохранность кристаллов алмаза и др. минералов) и сравнительно быстрый вывод их к поверхности. Максимальная скорость подъема, по-видимому, возможна в офиолитовых поясах, приуроченных к зонам глубинных разломов, характеризующихся хорошей проницаемостью, а также отсутствием блоковых движений, способствующих возникновению промежуточных очагов.

Таблица 1

Парагенетическая ассоциация минералов ультрамафитов Армянской ССР и условия их образования

Массивы	Джил-Сатзнахачский		Мумухан-Красарский				Карыракарский	
	лерцолит		гарибургит		гарцбургит		габбро-норит	
минералы	ортопироксен	клинопироксен	оливин	ортопироксен	оливин	ортопироксен	ортопироксен	клинопироксен
№№ проб	1374	1356	1015	1015а	1610с	1610	842	842а
SiO <sub>2</sub>	51.50	49.98	40.70	52.96	38.95	49.15	50.86	48.00
TiO <sub>2</sub>	0.18	0.30	0.13	0.13	0.33	0.23	—	Следы
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.47	4.66	Не обн.	4.13	2.57	5.33	5.48	3.65
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.68	0.60	5.04	2.31	6.72	1.41	4.69	3.60
FeO	5.55	3.05	4.80	3.54	2.14	5.13	14.11	5.40
MnO	0.05	0.08	0.12	0.17	0.11	0.15	0.07	Следы
MgO	32.20	19.05	48.21	33.33	46.21	32.40	19.84	16.99
CaO	0.98	21.00	1.31	2.62	2.61	2.43	2.44	21.17
Na <sub>2</sub> O	0.13	0.20	0.07	0.07	0.08	0.11	0.02	0.25
K <sub>2</sub> O	0.13	0.03	0.06	0.06	0.03	0.11	0.03	0.10
H <sub>2</sub> O	0.32	0.16	Не обн.	Не обн.	Не обн.	0.78	0.53	1.50
П.п.п.	4.60	1.76	0.25	1.30	1.00	3.24	2.22	1.12
Сумма	99.92	100.87	100.77	100.62	100.75	100.47	100.31	100.65
x OI Fe <sup>2+</sup>			0.097		0.091			
x Орх Fe <sup>2+</sup>	0.141			0.150		0.175	0.390	
x Срх Fe <sup>2+</sup>		0.050						0.125
t°С	1240		1300		1240		1260	
P кбар	38		37		31		30	

Исходя из изложенного, необходимо различать условия зарождения ультрамафитовой магмы и условия становления ультрамафитовых массивов. Основываясь на этом, можно отметить, что геологические условия залегания массивов рассматриваемых пород не противоречат глубинным условиям зарождения ультрамафитовой магмы.

В узких зонах глубинных разломов офиолитовых поясов, к которым приурочены альпийские ультрамафиты, возможно также существование локальных условий повышенных давлений<sup>(13)</sup>. Однако, не исключая этого явления, следует полагать, что в петрогенезисе ультрамафитов оно играет далеко не главную роль.

Таким образом, геологические, минералогические и физико-химические данные независимо друг от друга свидетельствуют о том, что формирование ультрамафитов (магмы) Армении происходило при высоких давлениях порядка 30—40 кбар, что соответствует глубинам 90—120 км в условиях верхней мантии. В ряде случаев давления могли достигать еще больших значений, о чем свидетельствует наличие алмазов в некоторых ультрамафитах.

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить члена-корреспондента АН Армянской ССР А. Т. Асланяна и Р. Г. Геворкяна за обсуждение результатов работы и полезные советы.

Институт геологических наук  
Академии наук Армянской ССР

Ս. Բ. ԱՐՈՎՅԱՆ, Յ. Վ. ԿԱՄԻՆՍԿԻ

### Հայկական ՍՍՀ ուլտրամաֆիտների կազմավորման խորության մասին

Ուլտրամաֆիտների ծագման հարցերից ամենաբիշ ուսումնասիրված է նրանց գոյացման խորության հարցը: Վերջինիս լուծումն ունի խոշոր նշանակություն ինչպես թեորիական տեսակետից, այնպես էլ օգտակար հանածոների հանրավայրերի, մասնավորապես այժաստեղծի կանխագուշակման համար:

ՀՍՍՀ-ում ուլտրամաֆիտները և նրանց հետ կապված մաֆիտային ապարները հարում են երկու հյուսիս-արևմտյան տարածում ունեցող օֆիոլիտային գոտիներին՝ Սևանի և Վեդու:

Հոգվածում բերված ուսումնասիրություններից պարզվում է, որ երկրաբանական, միներալոգիական և ֆիզիկա-բիմիական տվյալներն անկախ մեկը մյուսից վկայում են այն մասին, որ Հայաստանի ուլտրամաֆիտների (մադմայի) ձևավորումը կատարվել է մեծ ճնշման տակ (30—40 կբար), որը համապատասխանում է վերին մանտիայի պայմաններում 90—120 կմ:

### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<sup>1</sup> Н. А. Малахов, В сб. I Междунар. геохим. конгресс, т. I, М., 1972. <sup>2</sup> С. В. Москалева, В сб. Проблемы геологии, петрологии, рудогенеза, Свердловск, 1972. <sup>3</sup> Ф. В. Килинский, В. И. Ваганов, «Известия АН СССР», сер. геол., № 6, 1976. <sup>4</sup> А. Т. Аслан-

нян, Региональная геология Армении, Айпетрат, 1958. <sup>3</sup> А. А. Габриелян, Л. К. Татево-  
сян, «Известия АН Арм. ССР», Науки о Земле, т. XIX, № 1—2 (1966). <sup>4</sup> E. D. Jacon,   
T. P. Thayer, Intern. Geol. Congr., XXIV session, section 2, Petrologie, Montreal, 1972.  
<sup>5</sup> А. А. Геворкян, Ф. В. Каминский, Б. С. Лунев, Б. М. Осовецкий, Н. Д. Хачатрян, ДАН  
Арм. ССР, т. 63, № 3 (1976). <sup>6</sup> И. Ю. Малиновский, А. М. Дорошев, В сб. Экспери-  
ментальные исследования по минералогии 1974—1975, Новосибирск, 1975. <sup>7</sup> С. Б. Або-  
вян, Автореферат докторской диссертации, М., 1975. <sup>8</sup> А. Т. Асланян, Сб. научн. трудов  
Ереванск. политехн. ин-та, вып. 2, № 11, 1955. <sup>9</sup> В. Л. Егоян, В. Е. Хаин, ДАН СССР,  
т. XCI, № 4 (1953). <sup>10</sup> Н. Л. Боуэн, О. Ф. Таттл, Сб. Вопросы физико-химии в мине-  
ралогии и петрографии. Изд. ИЛ, 1950. <sup>11</sup> А. С. Павленко, Р. Г. Геворкян, А. Т. Асла-  
нян, Э. А. Гулян, О. С. Егоров, «Геохимия», № 3, 1974.

УДК 576.8.06.81.192.7

МИКРОБИОЛОГИЯ

Н. Л. Калалжян, академик М. Х. Чайлахян

Образование физиологически активных веществ клубеньковыми бактериями и их влияние на бобовые растения

(Представлено 27/VI 1977)

В последнее время в биологической науке большое место уделяется вопросам синтеза физиологически активных веществ микроорганизмами, поскольку в этом направлении открываются новые перспективы к решению проблемы взаимоотношений между микроорганизмами и высшими растениями.

Еще в 1938 году Е. Ф. Березова, А. Н. Наумова и Е. А. Разницына (1) изучая механизм действия азотобактерина на растение, считали возможным повышение урожая сельскохозяйственных культур объяснить не только фиксацией азота, но и синтезом ростстимулирующих веществ.

Из этих стимулирующих веществ сначала были обнаружены ауксины, которые оказались весьма распространенными метаболитами в самых различных группах микроорганизмов (2-3). В числе их оказались и клубеньковые бактерии, в выделениях которых было установлено наличие веществ, сходных по своему действию с ауксинами.

Н. А. Красильников (6) испытывая 12 видов клубеньковых бактерий пришел к выводу, что часть клубеньковых бактерий способна продуцировать гетероауксин в малых количествах. Содержание гетероауксина в метаболитах некоторых клубеньковых бактерий также было обнаружено в работах ряда авторов (7-9). Они показали, что продуцирование гетероауксина клубеньковыми бактериями идет в присутствии триптофана на среде. Гетероауксин не обнаруживается в эфирных экстрактах тех клубеньковых бактерий, которые инокулировались в среде без триптофана. При этом исследовалось также явление синтеза гетероауксина эффективными и неэффективными штаммами клубеньковых бактерий. По данным Г. К. Чена (7) эффективные штаммы клубеньковых бактерий образуют ростовые вещества в меньшем количестве, чем не эффективные штаммы. А по данным С. Е. Джорджии, А. Е. Бегвина (9) количество ауксинов, синтезируемых клубеньковыми бактериями, не зависит от степени эффективности клубеньковых бактерий.

Значительно более ограниченное распространение в метаболитах микроорганизмов имеют гиббереллины—вещества обладающие высокой активностью в стимулировании роста высших растений. Вначале они были выявлены лишь в выделениях фузариевого гриба (*Fusarium moniliformum*), где их содержание оказалось весьма высоким (<sup>10-12</sup>). Впоследствии гиббереллины были обнаружены в выделениях других видов фузариевых грибов (*Fusarium species*) (<sup>13</sup>), *Fusarium solani*, *Fusarium bulbigenum* (<sup>14,15</sup>). Более того, выяснилось, что гиббереллиноподобные вещества содержатся в выделениях некоторых почвенных бактерий (*Bacillus subtilis* и *Bacillus megaterium*) и бактерий фитопатогенных (*Pseudomonas tumefaciens* и *Xanthomonas beticola*) (<sup>16-17</sup>). О наличии гетероауксина и гиббереллиноподобных веществ в метаболитах клубеньковых бактерий свидетельствует также работа К. Оплицилова, В. Ванкура (<sup>18</sup>).

Наши определения, проведенные с помощью биологических проб на культуральных жидкостях клубеньковых бактерий, показали, что метаболиты клубеньковых бактерий богаты ауксиноподобными и бедны гиббереллиноподобными веществами (<sup>19</sup>). Такое соотношение ростовых веществ в выделениях клубеньковых бактерий коррелирует с данными, показывающими, что при искусственном введении ауксинов, в частности, гетероауксина, образование клубеньков на корнях бобовых растений усиливается, тогда как введение гиббереллинов, приводит к задержке образования клубеньков (<sup>20,21</sup>). С помощью хроматографических анализов культуральных жидкостей клубеньковых бактерий и биологических тестов мы (<sup>22</sup>) пришли к выводу, что в культуральных жидкостях наряду с другими ауксиноподобными веществами, содержится β-индолилуксусная кислота, а из гиббереллинов—гиббереллины А<sub>3</sub>, А<sub>4</sub>, А<sub>7</sub>.

Известно, что гиббереллины и, в частности, гиббереллин А<sub>3</sub>, оказывают большое влияние на рост и развитие высших растений (<sup>10,23,24,25</sup>) и на образование клубеньков у бобовых растений (<sup>20</sup>). В связи с этим представляло интерес изучения влияния элюатов, содержащих гиббереллин А<sub>3</sub>, полученных из культуральных жидкостей клубеньковых бактерий, на бобовые и небобовые растения.

В наших опытах (<sup>26</sup>) было показано, что элюаты, полученные из культуральных жидкостей клубеньковых бактерий и содержащие гиббереллин А<sub>3</sub>, оказывают влияние на растения, сходные с влиянием препарата гиббереллина А<sub>3</sub>. Усиливается рост стеблей, снижается вес корней и задерживается образование клубеньков на корнях, как это в отношении гиббереллина было показано ранее (<sup>20,27,28,29</sup>). Опыты с небобовыми растениями показали, что элюаты, полученные из культуральных жидкостей клубеньковых бактерий и содержащие гиббереллин А<sub>3</sub>, оказывают влияние, сходное с влиянием препарата гиббереллина А<sub>3</sub>.

Выяснилось также (<sup>30</sup>), что активные и неактивные штаммы клубеньковых бактерий гороха и сои в чистых культурах не отличаются по

интенсивности выделения гиббереллинов, гиббереллиноподобных и ауксиноподобных веществ. Аналогичные данные получены в работах Д. В. Таркашвили (31). Проводя исследования клубеньковых бактерий фасоли, сои и люцерны он не обнаружил закономерной связи между степенью эффективности клубеньковых бактерий и способности их к синтезу ростовых веществ,—гиббереллинов и ауксинов. Все это говорит о том, что клубеньковые бактерии в своих метаболитах образуют ряд гиббереллинов, ауксинов, гиббереллиноподобных и ауксиноподобных веществ.

Естественно, что возникает вопрос о том какова роль этих веществ в симбиозе клубеньковых бактерий и бобовых растений. Н. А. Красильников (32) отмечает, что не исключен тот факт, что гиббереллины, находящиеся в растениях, являются продуктами микробного обмена. Подобно антибиотикам и ауксинам они могут быть поглощены корневыми системами растений и всасываться в их ткани. К подобным выводам в своих работах пришли и другие исследователи. В ряде исследований было показано, что при инокуляции бобовых растений клубеньковыми бактериями в них идет более усиленное образование физиологически активных веществ.

В работе А. П. Петросян и соавторов (33) было показано, что аминокислоты и некоторые витамины, принадлежащие к группе В, в инокулированных клубеньковыми бактериями бобовых растений синтезируются в более высоких количествах, чем в неинокулированных растениях. К такому же выводу подводит и работа Е. Н. Ратнера (34) в отношении витаминов группы В. Н. П. Кеффорд, и другие (35) в инокулированных растениях клевера (*Trifolium subterraneum*) обнаружили  $\beta$ -индолилуксусную кислоту, которая не обнаружилась в неинокулированных растениях. Дж. К. Линк (36) в корнях и клубеньках красной фасоли обнаружил  $\beta$ -индолилуксусную кислоту, содержание которой в клубеньках было больше; он предполагал, что это обусловлено клубеньковыми бактериями.

В результате наших работ (37) выяснилось, что в хроматограммах листьев, корней и клубеньков инокулированных клубеньковыми бактериями растений фасоли и сои число зон, имеющих гиббереллиновую активность больше, и уровень достоверности гиббереллиновой активности выше по сравнению с теми же вариантами контрольных, неинокулированных растений. В листьях, корнях и клубеньках инокулированных клубеньковыми бактериями растений обнаружен гиббереллин А<sub>3</sub>, который не обнаружен в контроле. Подобным же образом было показано, что в листьях и корнях инокулированных растений фасоли и сои ростстимулирующих веществ ауксиновой природы больше, а ингибиторов меньше чем в соответствующих органах контрольных растений. Таким образом были подтверждены результаты тех работ, в которых авторы в инокулированных бобовых растениях обнаруживали ауксиноподобные вещества, которые или вовсе не обнаруживались или же обнаруживались сравнительно мало в контрольных неинокулированных растениях.

В последующих исследованиях нами (38) сравнивались физиологически активные вещества, синтезируемые в бобовых растениях инокулированных активными и неактивными штаммами клубеньковых бактерий. Полученные данные показывают, что в листьях инокулированных клубеньковыми бактериями растений сои количество гиббереллиноподобных веществ и уровень их физиологической активности выше по сравнению с листьями контрольных растений. При этом, при активном симбиозе физиологическая активность хроматографических элюатов выше, по сравнению с физиологической активностью тех же элюатов при неактивном симбиозе.

Аналогичная закономерность наблюдается также и в отношении содержания ауксиноподобных веществ. Уровень физиологической активности ауксиноподобных веществ в хроматографических зонах разных органов инокулированных клубеньковыми бактериями растений выше по сравнению с теми же вариантами контрольных—неинокулированных растений.

В работах, проводимых Д. В. Таркашвили (39,40), был сделан вывод о том, что инокуляция бобовых растений эффективными штаммами повышает активность стимулирующих веществ—гиббереллинов и ауксинов, по сравнению с растениями, инокулированными неэффективными штаммами. Одновременно автор делает вывод о том, что соотношение ауксиноподобных веществ и ингибиторов меняется в течение вегетации; в конце цветения и в фазе плодоношения ингибиторы по содержанию превосходят ауксины.

Литературные данные и наши исследования позволяют сделать вывод о том, что клубеньковые бактерии в течение жизнедеятельности образуют физиологически активные вещества гиббереллиновой и ауксиновой природы, в результате чего возникает интенсивный обмен этих веществ между клубеньковыми бактериями и бобовых растений.

Таким образом, высказанная в свое время Н. А. Красильниковым (41) идея о том, что усиление роста и плодоношения бобовых растений, инокулированных активными штаммами клубеньковых бактерий, обуславливается не только фиксацией молекулярного азота и усилением обмена азотистых соединений, но и повышением синтеза регуляторов роста, образуемых клубеньковыми бактериями, в наши дни получает свое дальнейшее развитие.

Институт микробиологии  
Академии наук Арийской ССР

Ն. Լ. ՓԱՍՏՅԱՆ, ակադեմիկոս Խ. Փ. ԶԱՅԼԱՅԱՆ

Ֆիզիոլոգիայես ակտիվ նյութերի առաջացումը պալարաբակտերիաների կողմից և նրանց ազդեցությունը բիբեոնածաղկավոր բույսերի վրա

Հոդվածում բնականացված է գրականության և հեղինակների սեփական փորձերի արդյունքները պալարաբակտերիաների տարրեր տեսակների կողմից

ֆիզիոլոգիայի և ակտիվ նյութերի սինթեզի մասին վերաբերյալ և այդ նյութերի ազդեցությունը թիթհոնաձաղկավոր բույսերի վրա, երբ վերջիններս վարակված են պալարարակտերիաներով:

Պարզվել է, որ պալարարակտերիաներն իրենց նյութափոխանակության ընթացքում արտադրում են մի շարք գիբբերելինանման և աուքսինանման նյութեր: Պալարարակտերիաների և թիթհոնաձաղկավոր բույսերի համակենցության ժամանակ տեղի է ունենում այս նյութերի փոխանակությունը նրանց միջև:

Ենթադրվում է, որ պալարարակտերիաների ակտիվ շտամներով վարակված թիթհոնաձաղկավոր բույսերի ուժեղ աճը և բերքի բարձրացումը պայմանավորվում է ոչ միայն մթնոլորտի ազոտի ֆիքսացիայով, այլ նաև պալարարակտերիաների կողմից սինթեզվող ածման խթանիչ նյութերի փոխանակության ուժեղացմամբ:

#### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> Е. Ф. Березова, А. Н. Наумова, Е. А. Разницына, ДАН СССР т. 18, №4 (1962).  
<sup>2</sup> Е. А. Разницына, ДАН СССР, т. 18, №6 (1938). <sup>3</sup> В. Т. Смалый, С. И. Бершова, "Микробиология", т. 25, в. 5, 1957. <sup>4</sup> P. Boysen-Jensen, Bloch. Zeltschr. Bd. 236, s. 205, 1931. <sup>5</sup> I. Roberts, E. Roberts, Soil. Sci., v. 48, 1939. <sup>6</sup> Н. А. Красильников, Микробы, стимулирующие рост растений. Вестник с/х наук, №7, 1959. <sup>7</sup> Н. К. Chen, Nature, 142, 1938. <sup>8</sup> С. Bulard, B. Cuihardon, I. Ricaud, Ann. Inst. Pasteur, 105, №2, 1963. <sup>9</sup> С. Е. Georgi, А. Е. Becuin, Nature 143, 25, 1939. <sup>10</sup> М. Х. Чайлахян, "Ботанический журнал" т. 43, №7, 1958. <sup>11</sup> Т. Yabuta, Y. I. Sumiki, Agric. Chem. Soc. Japan, v. 14, 1938. <sup>12</sup> Т. Yabuta, Т. Hiyashi, Agric. Chem. Soc. Japan, v. 15, 1939. <sup>13</sup> Н. А. Красильников, М. Х. Чайлахян, Г. К. Скрябин, Ю. М. Хохлова, И. В. Улезло и Т. Н. Константинова, ДАН СССР, т. 121, №4 (1958). <sup>14</sup> С. А. Авакян, "Известия АН Арм. ССР", биол. науки, т. 15, №4 (1962). <sup>15</sup> S. Hirata, Bull. Fac. Agric. Univ. Miyazaki, 3, 1958. <sup>16</sup> Р. М. Галачян, "Известия АН Арм. ССР", биол. науки, т. 15, №1 (1962). <sup>17</sup> А. К. Паносян, Э. В. Маршавина, Р. Ш. Арутюнян, Тез. докл. сов. роли микроорг. и прод. жизнед. и пит. раст. Изд. АН СССР, 1959. <sup>18</sup> К. Oplstilova, V. Vancura, "Rostl vyroba" 9, №7-9, 1963. <sup>19</sup> М. Х. Чайлахян, А. А. Меграбян, Н. А. Карапетян и Н. Л. Каладжян, ДАН Арм. ССР т. 40, №5 (1965). <sup>20</sup> М. Х. Чайлахян, А. А. Меграбян Н. А. Карапетян и Н. Л. Каладжян, "Известия АН Арм. ССР", биол. науки, т. 14, в. 12 (1961). <sup>21</sup> К. Кутур, S. D. Dube, J. Scient. Res. Benaras Hindu Univ., v. 13, п. 1, 1962. <sup>22</sup> Н. Л. Каладжян, М. Х. Чайлахян, ДАН Арм. ССР, т. 46, №4 (1968). <sup>23</sup> М. I. Viscovas, S. H. Wittwer, Michigan Agric. Exp. Sta Quart Bull 39, 1957. <sup>24</sup> A. Lang, Proc. Nat. Acad. Sci. 43, 1957. <sup>25</sup> S. H. Wittwer, M. I. Viscovas, Econ. Bot. 12, №3, 1958. <sup>26</sup> М. Х. Чайлахян, Н. Л. Каладжян, ДАН Арм. ССР, т. 47, №2 (1968). <sup>27</sup> А. W. Galston, Nature, 183, 4660, 545 (1959). <sup>28</sup> M. G. Mes, Nature, v. 184, 4704 (1959). <sup>29</sup> G. A. Thurber, I. R. Douglas, A. W. Galston, Nature, v. 181, 4615 (1958). <sup>30</sup> Н. Л. Каладжян, М. Х. Чайлахян, ДАН Арм. ССР, т. 25, №3 (1972). <sup>31</sup> Д. В. Таркашвили, Сообщения АН Груз. ССР, т. 64, №3 (1971). <sup>32</sup> Н. А. Красильников, Гиббереллины и их действие на растение, Изд. АН СССР, М., 1963. <sup>33</sup> А. П. Петросян, Л. А. Абрамян, И. Б. Багдасарян, М. Б. Сиркисян, Тез. докл. совещ. по проблеме Биологическая фиксация атмосферного азота, Киев, 1968. <sup>34</sup> Е. И. Ратнер, Питание растений и применение удобрений, М., Изд. "Наука", 1965. <sup>35</sup> N. P. Kefford, J. Brockwell, I. A. Zwar, Austral. J. Biol. Sci. 13, п. 4, 1960. <sup>36</sup> G. K. Link, Nature, 1940, 1937. <sup>37</sup> М. Х. Чайлахян, Н. Л. Каладжян, "Биол. журнал Армении", т. 23, №4 (1970). <sup>38</sup> Н. Л. Каладжян, М. Х. Чайлахян, ДАН Арм. ССР, т. 61, №3 (1975). <sup>39</sup> Д. В. Таркашвили, Сообщения АН Груз. ССР, 63, №3 (1971). <sup>40</sup> Д. В. Таркашвили, Сообщения АН Груз. ССР, 63, №2 (1971). <sup>41</sup> Н. А. Красильников, Микроорганизмы почвы и высшие растения. Изд. АН СССР, М., 1958.

УДК 577.17

БИОХИМИЯ

Член-корреспондент АН Армянской ССР А. А. Галоян, С. С. Алексанян,  
академик АМН СССР **И. И. Иванов**К вопросу об участии нейрогормона «С» в регуляции  
пластического тонуса мышц

(Представлено 10/VII 1977)

Ранее одним из нас была открыта новая группа нейрогормонов гипоталамуса, оказывающих кардиотропное влияние (1). Эти нейрогормоны, условно названные автором веществами К, С, G, в исключительно низких концентрациях увеличивают коронарный кровоток у кошек (в условиях *in situ*), продолжающийся в течение нескольких часов. Нейрогормон «С» полностью предупреждает или снимает коронарораспазм, вызванный питуитрином (2). Как показал клинические исследования, нейрогормон «С» снимает приступы стенокардии путем коронарорасширяющего эффекта и у людей (3). Было установлено, что нейрогормон «С» раскрывает закрытые резервные сосуды сердца и увеличивает диаметр мелких сосудов (4). Далее было показано, что нейрогормон «С» заметно изменяет активность ряда ферментов сердечной мышцы — фосфорилазы, лактатдегидрогеназы, фосфодиэстеразы 3',5'-циклической АМФ и т. д. (5-7). Предварительные данные показывают, что нейрогормон «С» способствует, по-видимому, выделению  $Ca^{++}$  из саркоплазматических ретикул в цитоплазму (8). Можно думать, что нейрогормон «С» играет роль регулятора уровня кальция в мышечных клетках.

Что же касается развития вязкого противодействия растяжению (пластического тонуса), переходящего в ряде случаев в запирательную функцию, то эта функция, по-видимому, обеспечивается присутствием в мышечных волокнах, в частности, в гладких мышечных элементах позвоночных, особого белка или белковой системы, не идентичной актомиозину. Это положение впервые было сформулировано И. И. Ивановым еще в 1949 г. и затем развито в ряде работ (9-14). В данной работе мы изучили влияние нейрогормона «С» на процесс желатинирования (желирования) саркоплазматических белков скелетных мышц, поскольку ранее процессы спонтанного желатинирования саркоплазматических белков наиболее полно были исследованы именно на поперечно-полосатых мышцах.

Опыты проводили на кроликах обоего пола при температуре 0—1°C. Все необходимые растворы готовили на бидистиллированной воде. Животных забивали и немедленно брали навеску мышечной ткани (белые мышцы задней конечности). Предварительно мышцу тщательно освобождали от соединительной и жировой ткани (фасции и сосуды). Получение экстрактов саркоплазматических белков, способных к желатинированию, проводили по следующей методике (см <sup>11,12</sup>): навеску мышц кролика (*m gastrocnemius* 5 г) растирали на холоду в течение 5 минут с кварцевым песком до получения вполне гомогенной массы, после чего экстрагировали двукратным объемом 0,05 М раствора NaCl. Затем экстракт для отделения крупных частиц и фрагментов миофибрилл подвергали центрифугированию при 9000 г в течение 10 минут на центрифуге с охлаждением. После центрифугирования полученную надосадочную жидкость, содержащую кроме растворимых мышечных белков большое количество фрагментов саркоплазматического ретикулума, сливали в ряд пробирок и измеряли в них скорость загустевания (желатинирования) полученных экстрактов.

Скорость желатинирования зависит от температуры окружающей среды. Как было установлено ранее (<sup>10</sup>), наиболее быстро (через 10—20 минут) желатинирование экстрактов происходит при 37°. На холоду (4°) и при комнатной температуре превращение золя в гель происходит со значительно меньшей скоростью (40—60 минут, иногда несколько часов).

Проведенные нами опыты показали, что процесс желатинирования саркоплазматических белков, экстрагированных из поперечнополосатых мышц, задерживается на несколько часов, а иногда даже больше чем

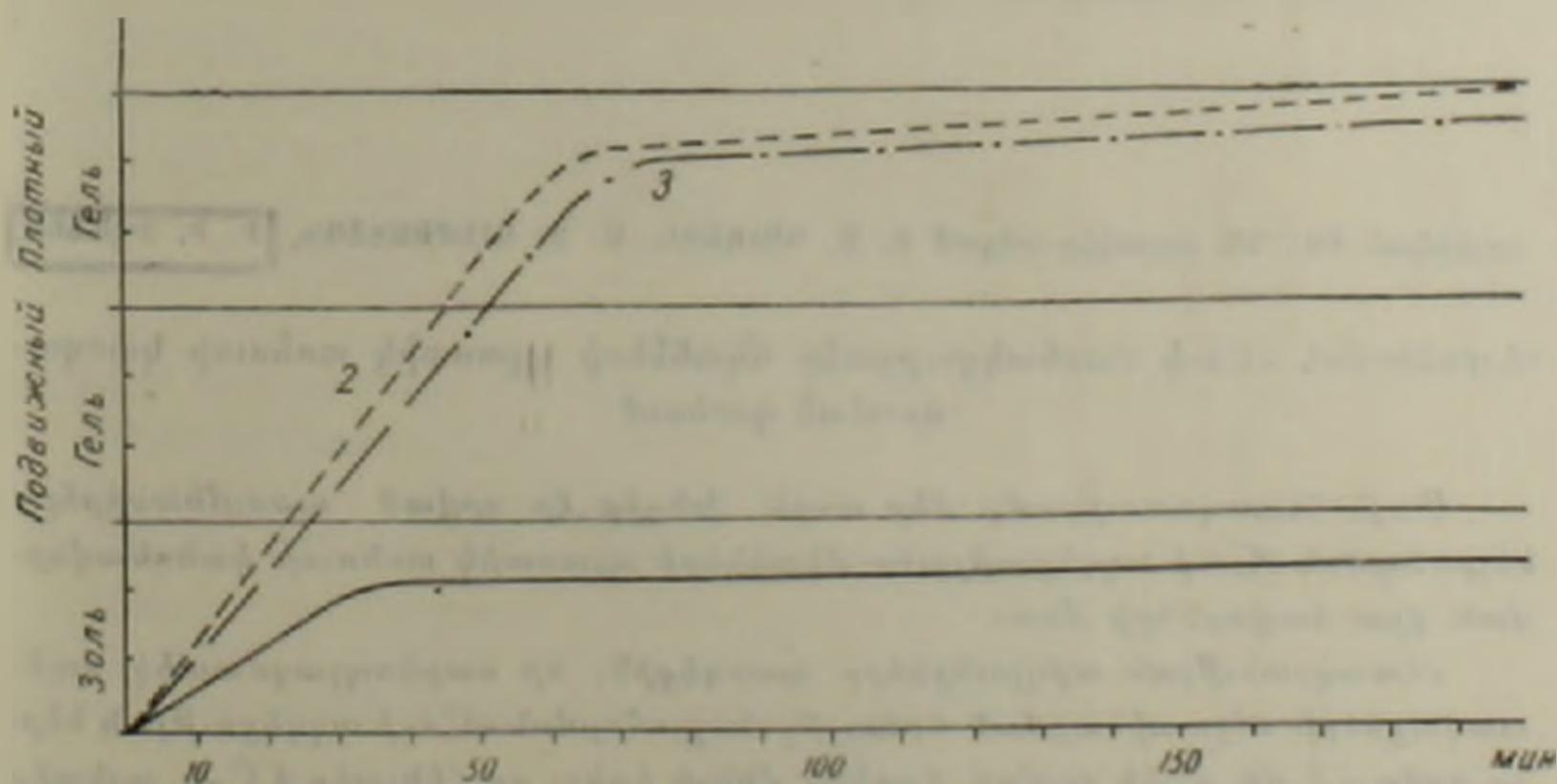


Рис 1. Влияние нейрого르몬а «С» на скорость желатинирования экстрактов саркоплазматических белков

1—желатинирование в присутствии нейрого르몬а «С», 2—контроль, 3—желатинирование в присутствии нейрого르몬а «С» + ЭГТА (объяснения в тексте)

на сутки (рис. 1), при добавлении к исследуемому экстракту нейрогормона «С» — 80 миллиединиц (за единицу активности нейрогормона «С» принимали активность препарата, ингибирующего 1 миллиединицу 3'5'-цикло-АМФ фосфодиэстеразы гомогената мозга крыс в минуту), как при температуре 4°C, так и при комнатной температуре.

Как уже указывалось, нейрогормон «С», по-видимому, открывает кальциевые каналы саркоплазматического ретикулума, вследствие чего часть  $Ca^{++}$  поступает в саркоплазму, что и вызывает ее разжижение. Это предположение подтверждается тем обстоятельством, что при одновременном внесении в желатинирующую систему нейрогормона «С» и связывающего ионы  $Ca^{++}$  ЭГТА-этиленгликольтетраацетата (конечная концентрация ЭГТА 0,5—5 мМ), ингибирующий эффект гормона «С» на процесс желатинирования полностью снимается.

Все вышесказанное позволяет полагать, что стенокардия и некоторые формы нарушения питания сердечной мышцы, по-видимому, вызываются не только и не столько, может быть, спазмами гладкомышечных элементов сосудистой стенки коронарных сосудов, сколько потерей ею эластичности вследствие повышения вязкости саркоплазматических белков. Введение же нейрогормона «С» открывает кальциевые каналы мембран саркоплазматического ретикулума, вызывая выход  $Ca^{++}$  в саркоплазму. Это в свою очередь вызывает разжижение белков саркоплазмы и возвращает сосудистой стенке ее эластичность. При этом концентрация  $Ca^{++}$  очевидно, повышается лишь до концентрации, необходимой для разжижения геля, но не для сокращения миофибрилл.

Институт биохимии  
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ քղրակից-անդամ Ա. Ա. ԳԱՂՈՅԱՆ, Ս. Ս. ԱՆԹՍՅԱՆՆ, Ի. Ի. ԽԱՆՈՎ

Նեյրոհորմոն «С»-ի մասնակցությունը մկանների սլլաստիկ տոնուսի կարգավորման գործում

*Սույն հետազոտությունում մեր առջև խնդիր էր դրված ուսումնասիրելու նեյրոհորմոն «С»-ի ազդեցությունը մկանների սլլաստիկ տոնուսի կանոնավորման վրա ճաղարների մոտ:*

*Հետազոտության արդյունքները պարզեցին, որ սարկոպլազմատիկ սպիտակուցների ժելատինացման երևույթը նեյրոհորմոն «С»-ի ազդեցության ներքո ձգվում է մի քանի ժամով, հրթիռն մինչև երկու օր (ինչպես 4°C-ի, այնպես էլ սենյակային շիմաստիճանում): Նեյրոհորմոն «С»-ն բոլոր երևույթին բացում է սարկոպլազմատիկ ռետիկուլումի թաղանթի կալցիումային խողովակները և նպաստում  $Ca^{++}$ -ի դուրս գալուն դեպի սարկոպլազմա, որը խոչընդոտում է սարկոպլազմատիկ սպիտակուցների փոխանցմանը դուրս ժելային վիճակի:*

Այդ դեպքում  $Ca^{+2}$ -ի կոնցենտրացիան հալանարար արեւանում է, այն քանակով, որը անհրաժեշտ է ժելերի հեղուկացմանը, բայց ոչ միոֆիբրիլների կծկմանը:

#### ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> А. А. Галоян, Некоторые проблемы биохимии гипоталамической регуляции, Ереван, изд. Айастан, 1965. <sup>2</sup> А. А. Галоян, Р. А. Алексанян, ДАН Арм. ССР, т. 17, № 3, (1963). <sup>3</sup> Э. Л. Долабчян, А. А. Галоян, А. А. Григорян, Р. С. Габриелян, Клинические и экспериментальные исследования расстройств мозгового и коронарного кровообращения, изд. Айастан, 1976. <sup>4</sup> С. С. Абрамян, М. А. Ростомян, А. А. Галоян, «Кровообращение», 8, 12, 1975. <sup>5</sup> А. А. Галоян, С. С. Алексанян, Ж. Г. Абелян, Н. А. Бархударян, ДАН Арм. ССР, т. 60, № 3, (1975). <sup>6</sup> А. А. Галоян, С. С. Алексанян, ДАН Арм. ССР, т. 58, № 3 (1974). <sup>7</sup> А. А. Галоян, Б. Я. Гурвиц, Р. Г. Галстян, Вопросы биохимии мозга, 11, 1976. <sup>8</sup> А. А. Галоян, Н. Г. Хумарян, Л. В. Шагинян, Биологический журнал Армении, № 8, 1977. <sup>9</sup> И. И. Иванов, Е. П. Ивантеева, Н. П. Михалева, ДАН СССР, 183, 1439 (1968). <sup>10</sup> И. И. Иванов, Л. М. Белявцева, Е. П. Ивантеева, И. М. Матвеева, Биохимия, 34, 1184, (1969). <sup>11</sup> I. I. Ivanov, A. I. Golikova, Bioreology, 10, 7(1973). <sup>12</sup> И. И. Иванов, Е. М. Крекс, Е. П. Ивантеева, Н. П. Михалева, Биохимия, 11, 1952 (1976). <sup>13</sup> I. I. Ivanov, International Union for pure and applied Biophysics, Symposial papers, Section F, Pushchino, VII, 827 1973. <sup>14</sup> I. I. Ivanov, Fifth International Congress of Histochemistry and Cytochemistry, 169, Bucharest, 1976.

УДК 595.782 (479.25)

ЭНТОМОЛОГИЯ

В. И. Пискунов

### Новый вид рода *Ornivalva* Gozmány (Lepidoptera, Gelechiidae) из Армянской ССР

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Э. А. Давтяном 29/VII 1977)

Род *Ornivalva* установлен венгерским энтомологом Гозмань (1) и широко распространен в аридных ландшафтах Палеарктики и Эфиопской области, где биологически связан с тамариксовыми и франкениевыми. Род трижды ревизовался (2-4); всего известно 44 вида, из них в фауне СССР только 5. В Закавказье отмечен один вид, определенный только до рода (5).

Морфологически виды *Ornivalva* Gozmány характеризуются особенностями строения гениталий самцов: глубоко разобщенной вальвой из двух-пяти лопастей разной формы и длины с нумерацией от верхней лопасти, а также слитым либо парным, раздвоенным ункусом и отсутствием гнатоса.

В спиртовом материале, полученном нами на определение от В. В. Пустоварова (Ереван) оказался новый для науки вид *Ornivalva* Gozmány с юго-востока Армянской ССР, описание которого приводится ниже. Типовой материал передан в Институт зоологии АН Армянской ССР в Ереване. 1

*Ornivalva zangezurlca* Piskunov sp. n.

Внешние признаки имаго. Размах крыльев 11,5—13 мм. Передние крылья желтовато-серые с коричневым пятном на продольной оси перед серединой, широкой перевязью на 2/3 длины и привершинным полем. Задние крылья светло-серые. Бахромки крыльев желтовато-серые.

Грудь и тегулы серовато-желтые, голова желтая. Губные щупики сверху светло-желтые, снизу желтовато-коричневые. Усики темно-коричневые, со слабым бронзовым блеском.

Гениталии самца (рис. 1). Вальва из трех лопастей: первая из них маленькая, округлая, вторая вытянутая, жгутовидная, туповершинная и третья наиболее крупная, резко расширенная базально, с почти ровным нижним краем и мелкими зубчиками на вершине. Ункус корот-

կի, со слабо раздвоенной вершиной. Саккус очень короткий. Эдеагус массивный, клиновидный, со слабо оттянутой вершиной.

Самка неизвестна.

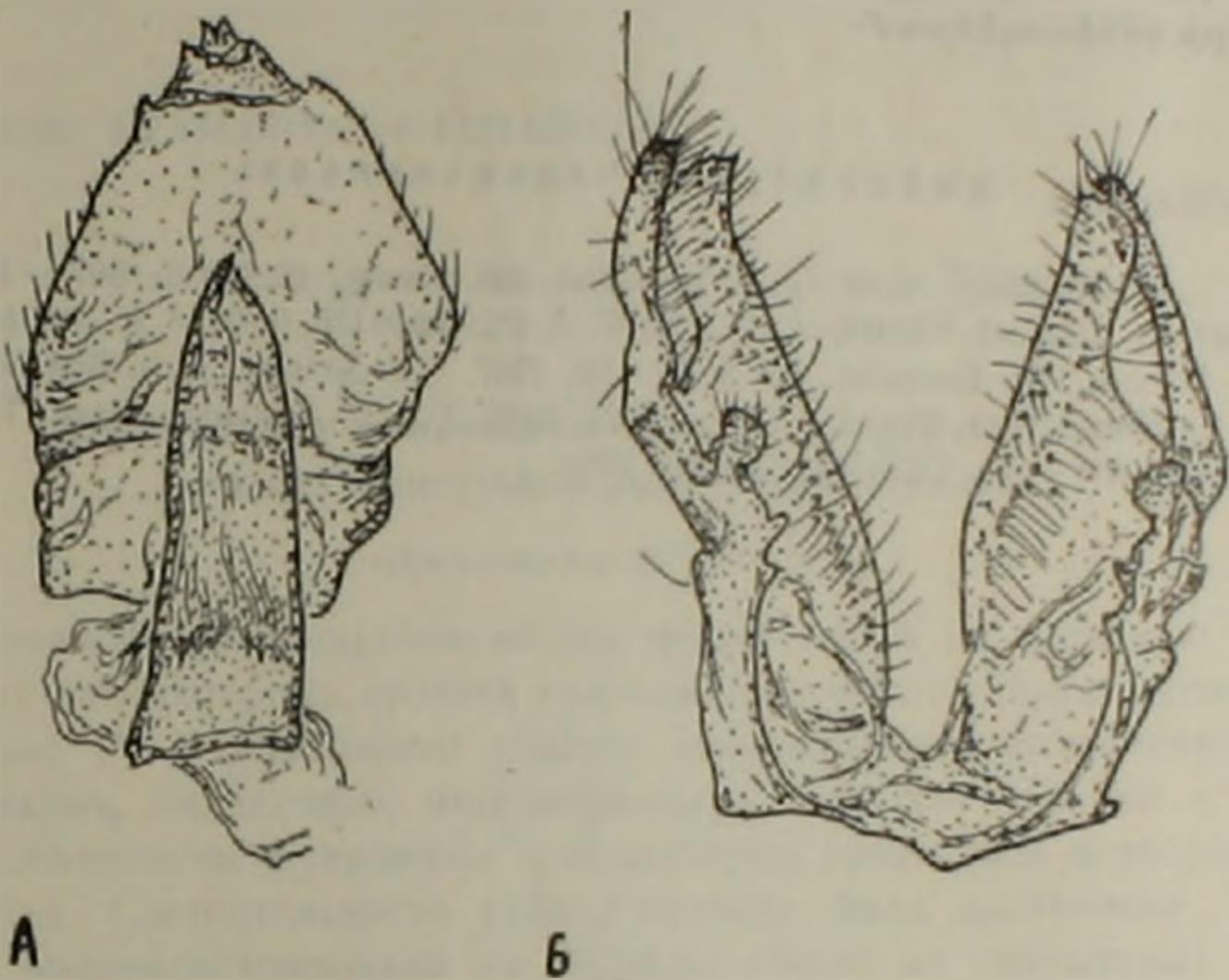


Рис. 1. *Ornativalka zangezurica* Pisk., sp. n. — Гениталии самца.  
А — ункус, тегумен и эдеагус; Б — вальвы

Сравнительные замечания. Описываемый вид относится к группе „*heluanensis*“, в смысле Заттлера (24), которая морфологически характеризуется трехлопастной вальвой. В этой группе новый вид наиболее близок к *Ornativalka longductella* Sattler, который известен из северной и экваториальной Африки, Передней Азии, Афганистана и Монголии (4). Отличия между двумя видами заключаются в строении третьей лопасти вальвы: у *O. longductella* она с заметной выемкой в центре нижнего края и саблевидно-заостренной вершиной.

Исследованный материал. 2 ♂♂.

Закавказье. Армянская ССР, Кафанский район, с. Цав, 1 ♂ 10/VI 1970 (голотип), 1 ♂ 24/VI 1970 (паратип) (В. Пустоваров).

Биология не изучена. Бабочки пойманы на свет в горной местности.

Витебский педагогический институт им. С. М. Кирова

Վ. Ի. ՊԻՆՈՆՈՎ

Նոր տեսակ *Ornativalka* Gozmány սևոի (Lepidoptera, Gelechiidae)  
Հայկական ՍՍՀ-ից

Հոդվածում տրվում է *Ornativalka* Gozmány սևոի ուսումնասիրության  
պատմական ակնարկը և *O. zangezurica* sp. n. տեսակի նկարագրությունը.

Ջանգեղուրից (Ղափանի շրջան, գյուղ Օսպ) բառ Վ. Վ. Պատտովարովի հա-  
վաքի: Նոր տեսակը մոտ է *O. longiductella* Sattler տեսակին, որը հայտնի է  
հյուսիսային և հասարակածային Աֆրիկայից, Առաջավոր Ասիայից, Աֆղա-  
նըստանից, Մոնղոլիայից. տարբերվում է վարվայի երրորդ բլթակի ձևով  
արունների զենիտայնեքում:

#### ЛИТЕРАТУРА — ԿՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> L. A. Gozmány, Ann. hist.-nat. Mus. nat. Hung., (S. N.) 6, 307 — 320, 1955.  
<sup>2</sup> K. Sattler, Deutsch. entomol. Z., N. F. 7, 1/2, 10 — 118, 1960. <sup>3</sup> K. Sattler, Beitr.  
naturg. Forsch. SW - Deutschl., 26, 3, 33 — 90, 1967. <sup>4</sup> K. Sattler, Bull. Brit. Mus. (Nat.  
Hist.), Entomol., 34, 2, 85 — 152 + Pl. 1 — 27, 1976. <sup>5</sup> Д. И. Лозовой, Вестн. Тбилисск.  
ботан сада АН Груз. ССР, 67, 83 — 89, 1961.

УДК 615.224 : 547.434.2.015.42 : 612.173.1.015.11

ФАРМАКОЛОГИЯ

Член-корреспондент АН Армянской ССР С. А. Мирзоян,  
Э. Е. Мхоян, Э. С. Сехоян, О. П. Соцкий

Связь между химическим строением и церебральной  
вазоактивностью в ряду сфинголипидов

(Представлено 28/VIII 1977)

Основной предпосылкой наших исследований по изучению церебральных вазомоторных свойств гликолипидов явилось выдвинутое представление (<sup>1</sup>) о возможном участии специфических компонентов мозговой ткани, наделенных многообразными нейрохимическими и нейрофизиологическими функциями в обеспечении гомеостаза церебрального кровотока. Состоятельность такого подхода была достаточно убедительно продемонстрирована на примере одного из уникальных субстратов мозга—ГАМК (<sup>2-4</sup>), которой в настоящее время приписывается роль тормозного медиатора в ЦНС млекопитающих.

Одной из характерных особенностей мозговой ткани является высокое содержание гликолипидов и, в частности, ганглиозидов, которые благодаря своей многокомпонентности и полифункциональности все больше привлекают внимание исследователей. Нам впервые удалось показать, что ганглиозиды, выделенные из серого вещества головного мозга людей и крупного рогатого скота, обнаруживают способность увеличивать сопротивление мозговых сосудов и уменьшать кровоток в корковых структурах (<sup>5,6</sup>).

Гетерополярная природа ганглиозидов, обусловленная наличием в их структуре гидрофильной и липофильной частей, является основой потенциального многообразия проявлений их биологической активности. Установлено, что карбоксильная группа N-ацетилнейраминной кислоты обеспечивает участие ганглиозидов в челночном транспорте катионов через нейрональные мембраны (<sup>7</sup>). Имеются доказательства рецепторной функции ганглиозидов по отношению к серотонину (<sup>8</sup>), при этом установлено, что обработка тканей нейраминидазой делает ее нечувствительной по отношению к серотонину. При последующей обработке неактивной ткани ганглиозидами и, в особенности,  $\text{G}_2$  восстанавливается ее чувствительность к серотонину. Благодаря липофильной части, ганглиозиды внедрены в белковые компоненты плазматических мембран, образуя прочные гидрофобные связи (<sup>9</sup>).

Следовательно, при рассмотрении физиологических эффектов ганглиозидов, в том числе и церебральной вазоактивности, возникает необходимость установить, какой основной компонент их молекулы, или какая функциональная группа являются ведущими в обеспечении того или иного свойства ганглиозидов.

Установлено, что N-ацетилсераминовая кислота и N-ацетилгалактозамин, являющиеся характерными интенсивно метаболизирующими компонентами ганглиозидов мозга, лишены вазоактивности в отношении церебральных сосудов, одновременно, отщепление периферически расположенных радикалов нейраминовой кислоты не отражается на цереброваскулярных эффектах ганглиозидов (<sup>10</sup>).

Однако, на основании полученных фактов не представляется возможным полностью исключить участие указанных компонентов в обеспечении церебральных вазомоторных свойств ганглиозидов. Для более детального изучения данного вопроса, последующий экспериментальный анализ включил в себя исследование влияния на мозговое кровообращение других эндогенных соединений липидной природы близких по строению к структуре ганглиозидов. Выбор наш был остановлен в первую очередь на цереброзидах—характерном компоненте миелина. Являясь наиболее простыми по строению гликолипидами мозга, цереброзиды могут быть рассмотрены в качестве ганглиозидов, олигосахаридная часть которых представлена гексозой, в качестве которой в цереброзидах мозга присутствует обычно галактоза. Липофильная часть цереброзидов отличается от таковой у ганглиозидов лишь по жирнокислотному остатку (<sup>11</sup>).

Изучение влияния исследуемых соединений на сопротивление мозговых сосудов осуществляли методом стабилизированной аутоперфузии головного мозга кошки через внутренние челюстные артерии, после предварительной перевязки всех их экстракраниальных ветвей (<sup>12</sup>). Цереброзиды выделяли из белого вещества головного мозга людей погибших от несчастных случаев и мозга крупного рогатого скота методом адсорбционной хроматографии на флоризиле (<sup>13</sup>).

Полученные данные свидетельствуют, что интракаротидное введение кошкам цереброзидов уже в дозе 100—200 мкг/кг сопровождается увеличением сопротивления мозговых сосудов. Повышение дозы препарата до 500 мкг/кг влечет за собой значительное увеличение силы и продолжительности вазоконстрикторного действия цереброзидов, при этом перфузионное давление растет на  $41,8 \pm 2,85\%$ . Следовательно, цереброзиды, имея структурное сходство с ганглиозидами, обнаруживают одностороннее действие на мозговые сосуды. Проведенный анализ показал, что в количественном отношении статистически значимой разницы между эффектами ганглиозидов и цереброзидов на цереброваскулярную резистентность не отмечается. В то же время обращает на себя внимание способность цереброзидов в большей степени угнетать дыхательную функцию. Часто резкое угнетение дыхания мешает проявлению истинной силы вазоконстрикторного действия цереброзидов. В условиях искусственного дыхания, по способности уве-

личивать сопротивление мозговых сосудов, цереброзиды не уступают ганглиозидам.

Таким образом, установлено, что цереброзиды, подобно ганглиозидам, оказывают выраженное вазоконстрикторное действие в отношении мозговых сосудов, между тем как отдельные специфические компоненты гидрофильной части молекулы ганглиозидов лишены церебральной вазоактивности. Эти факты дают основание полагать, что для проявления вазомоторных свойств ганглиозидов в отношении мозговых сосудов большее значение имеет их церамидная, чем олигосахаридная часть.

Избранный подход аналитического изучения цереброваскулярных эффектов гликолипидов путем упрощения состава их молекулы выдвинул необходимость исследования церамида. Последний был получен нами из цереброзидов головного мозга, на одном из этапов препаративного выделения сфингозина методом периодатного окисления (14). Результаты проведенных экспериментов свидетельствуют, что интракаротидное введение животным церамида в дозе 500 мкг/кг сопровождается повышением резистентности сосудов мозга на  $40,4 \pm 3,76\%$ , т. е. примерно в такой же степени, что и при введении того же количества цереброзидов. Существенных различий в эффектах указанных соединений эндогенного происхождения не выявляется.

Характерным компонентом церамидной части гликолипидов является двухатомный аминоспирт сфингозин, который и стал предметом наших дальнейших исследований. Использовали препарат сфингозина фирмы «Sigma chemicals». Выявлено, что инфузия сфингозина в артериальное русло мозга способствует возникновению их констрикторной реакции, которая по своей выраженности уступает эффектам, обнаруживаемым при введении ганглиозидов, цереброзидов и церамида (табл. 1). Одновременно установлено, что действие сфингозина характеризуется некоторыми особенностями: во-первых, в отличие от цереброзидов и

Таблица 1

Сравнительное действие ганглиозидов и структурно близких к ним эндогенных соединений липидной природы на сопротивление сосудов головного мозга кошки

Соединения	Повышение перфузионного давления к исходному уровню, %		
Ганглиозиды (500 мкг/кг)	$17,4 \pm 2,73$	(26)	—
Цереброзиды (500 мкг/кг)	$41,8 \pm 2,85$	(20)	$P > 0,05$
Церамид (500 мкг/кг)	$40,4 \pm 3,76$	(11)	$P > 0,05$
Сфингозин (500 мкг/кг)	$23,3 \pm 3,03$	(7)	$P < 0,001$
Сфингомиелин (500 мкг/кг)	$15,9 \pm 1,59$	(6)	$P < 0,001$

P—уровень значимости отличия от эффекта ганглиозидов,

( )—количество опытов.

церамида, сфингозин в меньшей степени угнетает дыхание у животных; во-вторых, индивидуальная реакция к сфингозину со стороны мозговых сосудов отличается большой вариабельностью и в третьих, направленность действия сфингозина в отношении системного артериального давления, в отличие от других керамидсодержащих соединений, находится в зависимости от дозы—в малых дозах (100—200 мкг/кг) сфингозин снижает давление, а сравнительно высоких (500 мкг/кг)—повышает. Следовательно, сводить эффекты керамидной части гликолипидов к сфингозину не представляется возможным.

Продолжая разработку вопросов, посвященных изучению связи между химическим строением и вазомоторной активностью гликолипидов, мы приступили к изучению другого эндогенного соединения липидной природы—сфингомиелина. Наличие в керамидной части молекулы последнего сфингозина позволило относить сфингомиелин, как и ганглиозиды и цереброзиды, к классу т. н. сфинголипидов (<sup>15</sup>), лишь только с той разницей, что полярная головка сфингомиелина содержит остаток фосфорной кислоты и аминоспирт холин.

Обнаружено, что интракаротидное введение сфингомиелина (препарат фирмы «Sigma chemicals») в дозе 100—200 мкг/кг почти не отражается на состоянии исходного тонуса сосудов мозга. В дозе 500 мкг/кг и выше сфингомиелин повышает сопротивление церебральных сосудов, однако указанный эффект по выраженности значительно уступает сдвигам, обнаруживаемым при инфузии других исследуемых сфинголипидов. Причину этого, по-видимому, следует усматривать в характерных особенностях полярной головки сфингомиелина, и в частности, наличии в его структуре соединения холинотимического действия—холина (рис. 1).

Завершением экспериментов, связанных с изучением структурно-функциональных параллелей в ряду сфинголипидов, явилось изучение цереброваскулярных эффектов одного из представителей группы фосфоглицеридов—фосфатидилхолина. При сопоставлении структуры фосфатидилхолина и сфингомиелина обращает на себя внимание некоторая общность их строения. Полярная головка фосфатидилхолина, как и сфингомиелина, содержит остаток фосфорной кислоты и холин, оба соединения имеют неполярные хвосты, представленные жирной кислотой: в фосфатидилхолине лишь главный спиртовый компонент представлен, в отличие от сфингомиелина, не сфингозином, а глицерином. Исходя из этого, молекулу фосфатидилхолина можно рассматривать в качестве удобной природной модели сфингомиелина с измененной структурой.

Изучение вазомоторных свойств фосфатидилхолина позволило выявить, что интракаротидное введение последнего кошкам в дозе 100—500 мкг/кг не влияет на уровень резистограммы и системного артериального давления. В дозе 1—3 мг/кг и выше, фосфатидилхолин способствует возникновению двухфазной реакции со стороны тонуса мозговых сосудов, что находит свое выражение в предварительном

кратковременном повышении тонуса, сменяющимся вскоре продолжительным, но неглубоким снижением цереброваскулярной резистентности. Эффекты фосфатидилхолина на мозговые сосуды не носят постоянного характера и отличаются большой вариабельностью.

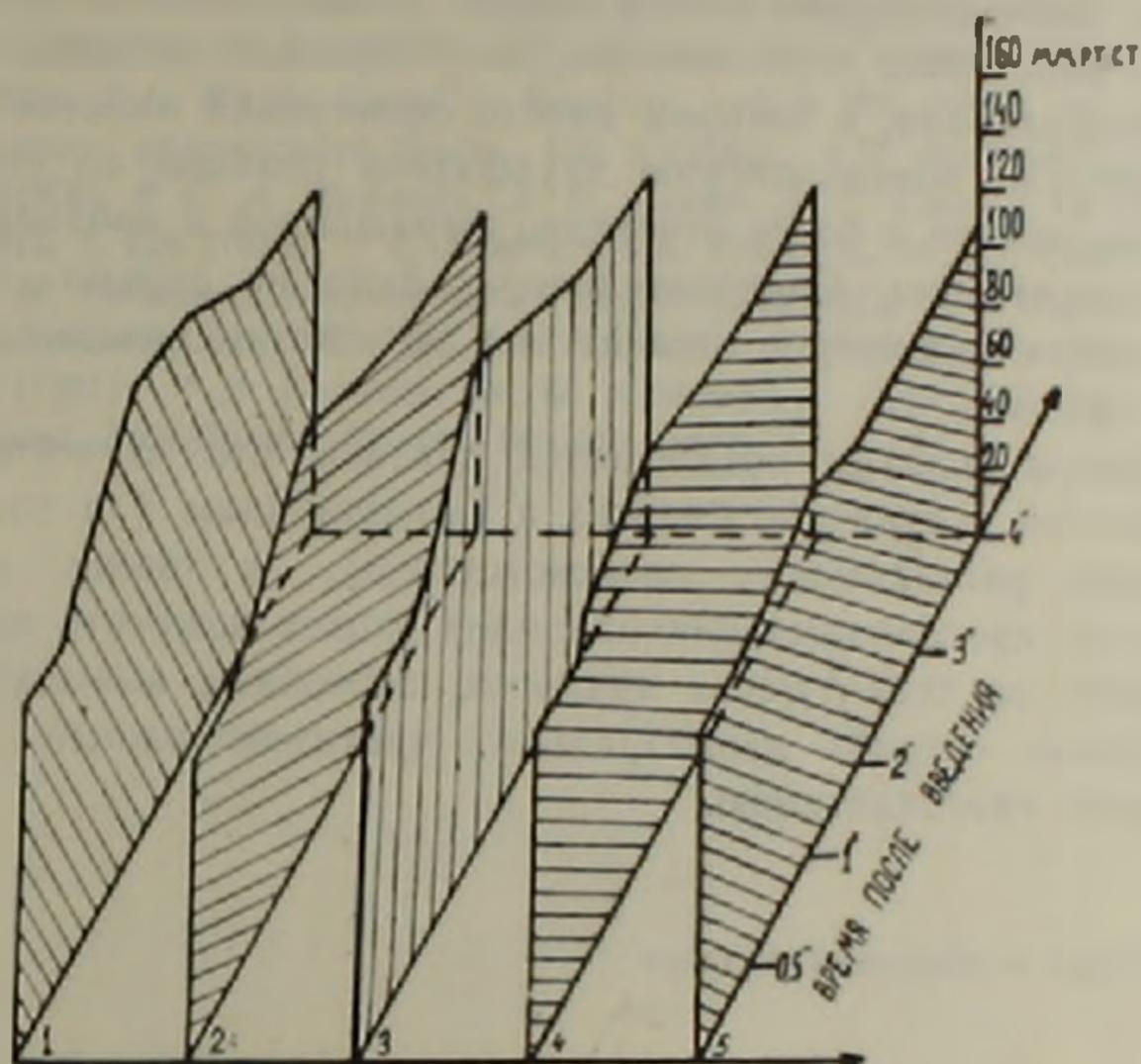


Рис. 1. Сравнительные эффекты некоторых сфинголипидов, церамидов и сфингозина на сопротивление мозговых сосудов  
1—ганглиозиды; 2—цереброзиды; 3—церамид; 4—сфингозин; 5—сфингомиелин

Подводя итог результатов исследований, посвященных изучению связи между химическим строением и проявлением вазомоторных свойств у сфинголипидов в отношении мозговых сосудов, можно сформулировать следующие основные положения. Способность обуславливать вазоконстрикцию церебральных сосудов не является специфической особенностью лишь ганглиозидов, указанными свойствами обладают и другие сфинголипиды (цереброзиды, сфингомиелин). Общность в структуре этих соединений, заключающаяся в наличии церамидного остатка, наделенного вазоактивностью, дает основание считать, что липофильная часть сфинголипидов является необходимым компонентом их молекулы для проявления вазомоторных свойств исследуемых природных соединений в отношении мозговых сосудов. При соединении к церамидному остатку полярной головки в виде гексозы (цереброзиды), олигосахаридов (ганглиозиды) или остатка фосфорной кислоты с холином (сфингомиелин) качественно не изменяет направленности воздействия указанных церамидсодержащих соединений на

мозговые сосуды, модифицируя лишь количественную сторону вызываемых ими эффектов.

Одновременно, изучение эффектов сфингомиелина, имеющего структурное сходство с гликолипидами, показало, что замещение у последних полярной головки остатком фосфорной кислоты с холином сопровождается значительным уменьшением силы вазоконстрикторного действия в отношении мозговых сосудов. Обращает на себя внимание, что фосфатидилхолин, в котором вместо сфингозина имеется глицерин, способствует уже возникновению двухфазной реакции со стороны сосудов мозга, причем с более отчетливо выраженной и продолжительной фазой вазодилатации. Следовательно, налицо не только изменения количественных параметров воздействия, но и возникновение качественно нового эффекта.

Эти факты создают предпосылки считать, что изучение природных соединений структурно близких к гликолипидам (в том числе и гликолипидов растительного происхождения), а также изыскание синтетических производных гликолипидов может наметить новые пути для создания их структурных аналогов, способных вызывать со стороны мозговых сосудов диаметрально противоположный эффект — церебральную вазодилатацию.

Երևանский медицинский институт

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ քրեակից-անդամ Ս. Հ. ՄԻՐՉՈՅԱՆ, Է. Ե. ՄԵԿՅԱՆ, Է. Ս. ՍԵԿՈՅԱՆ,  
Օ. Գ. ՍՈՑԿԻ

Միմիակյան կառուցվածքի և ուղեղային արյան շրջանառության վրա ունեցած ազդեցության կասյր սֆինգոլիպիդների շարժում

Կատուների վրա կատարված սուր փորձերում ուսումնասիրված է սֆինգոլիպիդների համեմատական ազդեցությունն ուղեղի անոթների լարվածության վրա: Ստացված տվյալները վկայում են, որ գանգլիոզիդները, ինչպես նաև այլ սֆինգոլիպիդներ (ցերեբրոզիդներ, սֆինգոմիելին) մեծացնում են ուղեղի արյան անոթների լարվածությունը: Նույնատիպ ազդեցությամբ են օժտված նաև ցերամիդը և սֆինգոզիդը: Հաստատված է, որ ուղեղի անոթների լարվածությունը բարձրացնելու հատկությունը չի կարելի դիտել որպես գանգլիոզիդների յուրահատուկ ներդրություն: Միաժամանակ սլարզվում է, որ սֆինգոլիպիդների լիպոֆիլային մասով է ապահովվում նրանց ազդեցությունն ուղեղի անոթների վրա:

Հեքսոզի (ցերեբրոզիդներ), օլիգոսախարիդի (գանգլիոզիդներ) կամ ֆոսֆորական թթվի մնացորդի խողինի հետ (սֆինգոմիելին) միացումը ցերամիդային հասվածին, փոխում է միայն վերոհիշյալ ցերամիդ պարունակող միացությունների ուղեղի անոթների վրա ունեցած ազդեցության քանակական կողմը:

## Л И Т Е Р А Т У Р А — Т Р Ц Ы Ц Ы П Р Ъ В П Р Ъ

- <sup>1</sup> С. А. Мирзоян, Актовая речь, Ереванский мед. институт, Ереван, 1974. <sup>2</sup> С. А. Мирзоян, В. П. Аюлян, В сб. Роль гамма-аминомасляной кислоты в деятельности нервной системы, Л., 1964. <sup>3</sup> С. А. Мирзоян, В. П. Аюлян, «Фармакология и токсикология», 5, 572 (1967). <sup>4</sup> С. А. Мирзоян, В. П. Аюлян, ДАН СССР, 190, 5, 1241 (1970). <sup>5</sup> С. А. Мирзоян, Э. Е. Мхоян, Э. С. Секоян, О. П. Соцкии, ДАН СССР, 201, 2, 507 (1971). <sup>6</sup> С. А. Мирзоян, Э. Е. Мхоян, Э. С. Секоян, О. П. Соцкии, ДАН Арм ССР, 61, № 3 (1975). <sup>7</sup> L. Wolfe, Canad. J. Biochem., 42, 6, 971 (1964). <sup>8</sup> D. Wooley, Gommi B. Internat. pharmacodyn therap., 159, 8 (1966). <sup>9</sup> R. McCluer, Chem. Phys. Lipids., 5, 220 (1970). <sup>10</sup> С. А. Мирзоян, Э. Е. Мхоян, Э. С. Секоян, О. П. Соцкии, ДАН СССР, 214, 1, 228 (1974). <sup>11</sup> L. Svennerholm, Biochem., 18, 227 (1970). <sup>12</sup> А. М. Блинова, Н. М. Рыжова, Вестник АМН СССР, 5, 56 (1961). <sup>13</sup> M. Radin, J. Brown, F. Lavin, J. Biol. Chem., 219, 977 (1956). <sup>14</sup> H. Carter, J. Rothfus, R. Gilg, J. Lipid. Res., 2, 3, 228 (1961). <sup>15</sup> E. De Robertis, W. Nowinski, F. Carz, Cell Biology, W. B. Saunders Company, Philadelphia-London-Toronto (1970)

УДК 612.84

ФИЗИОЛОГИЯ

А. А. Экимян, Г. Е. Григорян, Б. А. Арутюнян-Козак

### Роль пульвинара в процессах обработки зрительной информации

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР О. Г. Баклаваджяном 16/IX 1977)

Пульвинар относится к комплексу ядер заднего таламуса (<sup>1</sup>) и является выраженным ассоциативным подкорковым центром, куда конвергируют афферентные пути из слуховой, соматической и зрительной систем (<sup>2</sup>). Из морфологических и физиологических данных (<sup>1,2,3</sup>) известно, что он имеет восходящие связи со зрительной и ассоциативной корой, которые, в свою очередь, посылают в пульвинар нисходящий поток афферентной информации. Далее, пульвинар занимает ключевое положение на пути экстрагеникулатных афферентных волокон в кору через средний мозг, в особенности, через верхнее двуххолмие (<sup>6</sup>). Такая морфологическая организация дает все основания предположить о важной функциональной роли нейронов пульвинара в процессах обработки зрительной информации на подкорковом таламическом уровне. В литературе имеются лишь единичные работы, посвященные роли пульвинара в анализе зрительной информации (<sup>2-5</sup>).

Настоящее исследование посвящено дальнейшему анализу электрической активности одиночных нейронов пульвинара и ответ на зрительные раздражения.

Опыты проводили на 28 кошках. Операции трахеотомии, трепанации черепа и претригеминальное сечение ствола мозга проводили под эфирным наркозом, после чего животных переводили на искусственное дыхание (21 вдохов в минуту). Для обездвиживания вводили раствор дитилина из расчета 7 мг/кг веса внутримышечно. Регистрацию электрической активности одиночных нейронов производили вольфрамовыми микроэлектродами. Через катодный повторитель и усилитель биопотенциалов (УБП—02) потенциалы действия нейронов подавали на вход анализатора межимпульсных интервалов, сконструированного в лаборатории. Результаты усредняли путем 30-и кратного повторения стимула и регистрировали фотокамерой с экрана осциллографа. Зрительные стимулы подавались в виде движущихся и стационарно мерцающих световых пятен разной величины. Интенсивность освещения световых

стимулов находилась в пределах от 2—230 люкс, измеренная на экране периметра. Электроды вводили согласно координатам стереотаксического атласа (7). После окончания производили коагуляцию точки отведения и перфузию головного мозга через сонные артерии сначала физиологическим раствором, потом раствором формалина 10%. Местонахождение точки коагуляции проверяли гистологически.

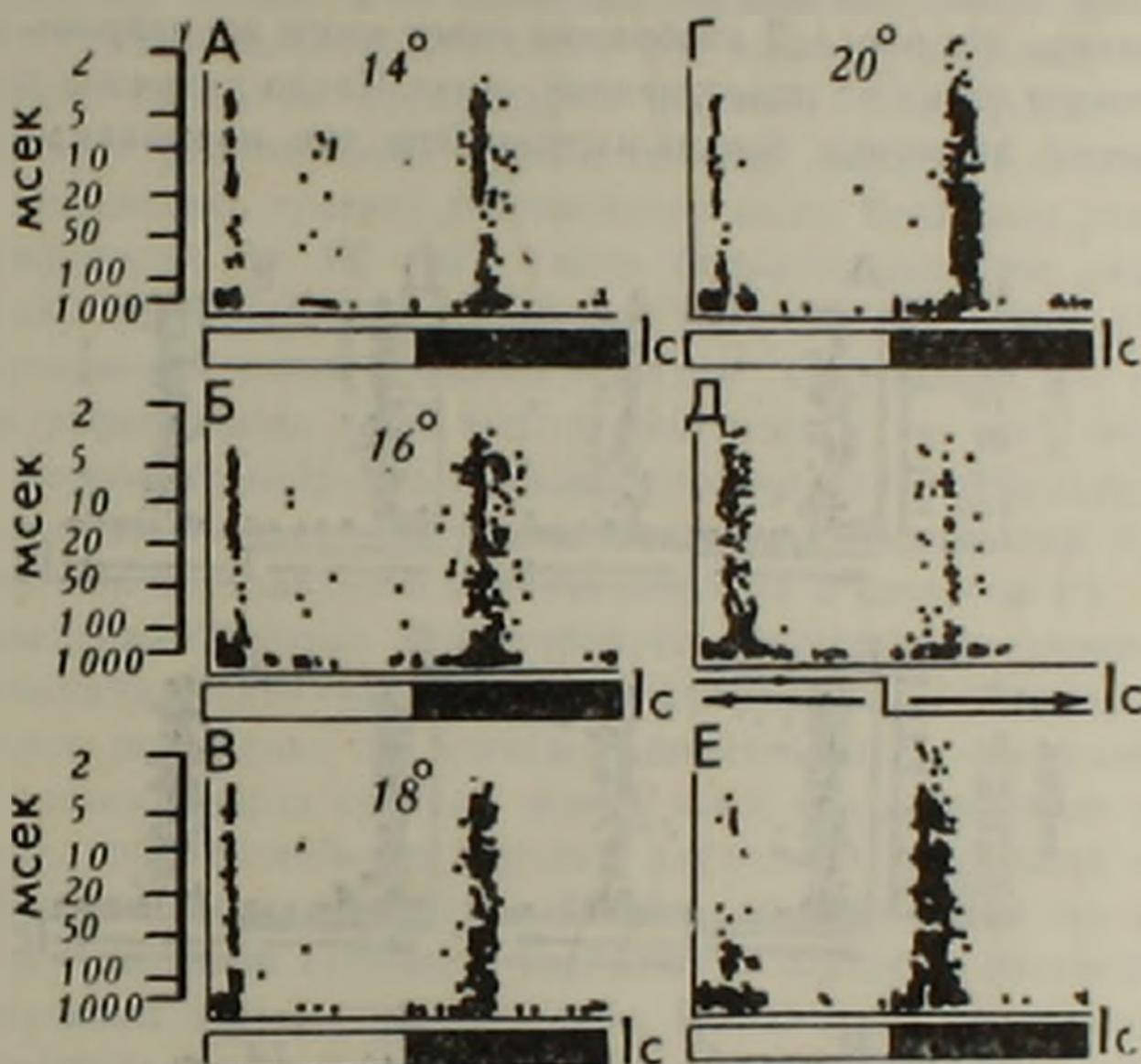


Рис. 1. Постстимуляторные интервал-гистограммы ответов одного и того же нейрона в пульвинаре на статически мерцающее пятно в центре рецептивного поля (А—Г), движение светового пятна по рецептивному полю (Д) и общий мерцающий свет (Е). На оси абсцисс—время раздражения, на оси ординат—логарифмическая шкала распределения межимпульсных интервалов. Точки представляют одиночные потенциалы действия. Цифры с градусами в середине гистограммы означают угловую величину светового пятна. Каждая гистограмма усредненный ответ нейрона на 30 повторений стимула

Исследовалась вызванная электрическая активность 130 нейронов пульвинара. Большинство нейронов обладали спонтанной активностью в пределах от 15—35 сек. Количество спонтанно активных нейронов вдвое превышало число нейронов, не имеющих спонтанной активности. Далее опыты показали, что большинство нейронов (31 из 59) возбуждаются бинокулярно, а 28 нейронов отвечали на раздражение только контралатеральной сетчатки. Из числа 83 изученных нейронов, 3 отвечали на общий мерцающий свет и не отвечали на движение светового пятна. 38 нейронов отвечали залпом импульсов на включение и выключение мерцающего в центре рецептивного поля светлого пятна. 28 ней-

ронов отвечали только на выключение, 14 нейронов—только на включение света. Большой процент нейронов, отвечающих на выключение, хорошо согласуется с тем фактом, что большинство нейронов пульвинара выражено ответило на движение черного стимула. На рис. 1 показана характеристика ответов одиночного нейрона в пульвинаре на раздражение статически мерцающего света (светлое пятно разных диаметров). Ответ—преимущественно на выключение, но есть также и на включение. На рис. 1, Д изображен ответ этого же нейрона на движение светового пятна по рецептивному полю. Число разрядов больше при направлении движения справа-налево. Это так называемые специфич-

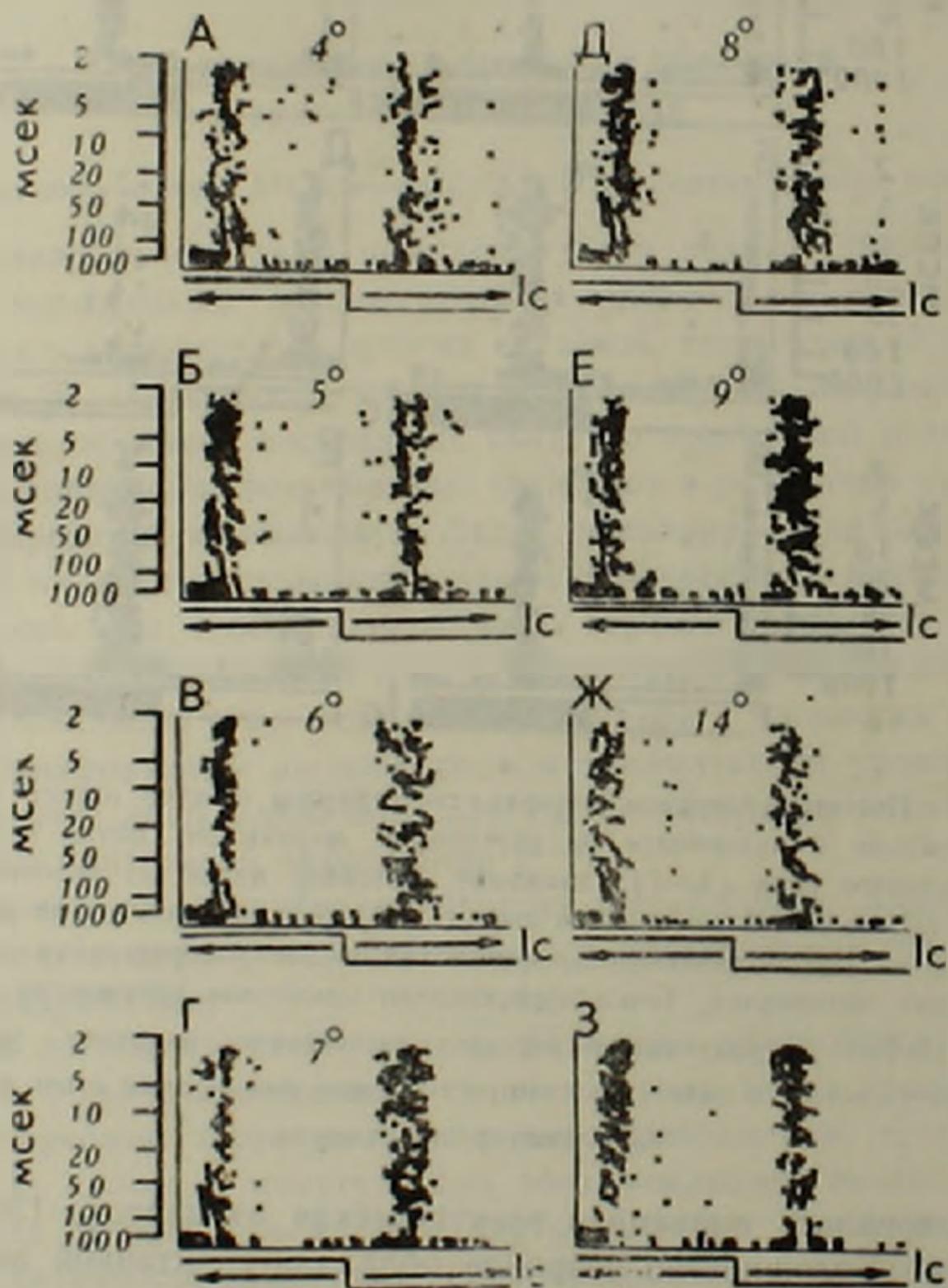


Рис. 2. Постстимуляторные интервал-гистограммы ответов нейрона в пульвинаре на движение светового пятна разных диаметров по рецептивному полю (А—Ж) и движение световой полоски размерами  $1^\circ \times 20^\circ$  (З)

ческие нейроны, избирательно отвечающие залпом импульсов на одно направление движения и тормозящиеся при противоположном направлении движения. 43 нейрона из 88-и проявляли такую специфичность ответов. 45 нейронов отвечали равным количеством разрядов на два противоположных направления движения. Это симметричные, неселек-

гивные к направлению движения, ответы клеток. На рис. 2 дана картина ответов нейрона на движение светового стимула разных диаметров в его рецептивном поле. 30 нейронов из общего числа вообще не отвечали на раздражение светом, а только на движение черного стимула в рецептивном поле.

В опытах были определены также формы и величины рецептивных полей нейронов пульвинара. Большинство они имели форму удлиненную в горизонтальной плоскости (64 клетки), меньшее количество (34 клетки) обладали циркулярной формой. 9 нейронов обладали вертикальным расположением рецептивного поля, а у 9 нейронов не удалось определить грани рецептивного поля. Величины рецептивных полей варьируют от  $15^{\circ}$ — $90^{\circ}$ . Такие большие размеры рецептивных полей были описаны нами у нейронов верхнего двухолмия (<sup>4</sup>). Структура рецептивных полей главным образом однородная, т. е. из всех участков рецептивного поля вызывается один и тот же тип ответа. Однако, несколько нейронов обладали неоднородной структурой и имели рецептивные поля с центром и антагонистическим окружением по типу нейронов латерального коленчатого тела и сетчатки (<sup>9</sup>).

Приведенные данные демонстрируют существенное участие нейронов пульвинара в анализе зрительной информации. Пульвинар занимает центральное положение на полисинаптическом пути зрительной афферентной системы через средний мозг в кору. Сюда приходит в некоторой степени обработанная в верхнем двухолмии зрительная информация. Нейроны пульвинара в свою очередь обрабатывают эту информацию до определенной степени и передают в корковые образования, занятые анализом зрительных процессов. Известно, что пульвинар имеет организованные связи со зрительной ассоциативной корой Клера-Бишопа (<sup>6</sup>). Нейроны ассоциативной коры имеют особую чувствительность к движущимся стимулам, их направлению, величине и скорости. Эти же качества определяют также характер ответов нейронов пульвинара. Можно предположить, что корковые нейроны организуют свои ответы на основе информации, приходящей из задних ядер таламуса, в частности, из пульвинара.

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

Ա. Ա. ՀԵՐԹՅԱՆ, Գ. Ն. ԿՐԻՊՐՅԱՆ, Բ. Ա. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ—ԿՈՉԱԿ

Պուլվինարի դերը տեսողական ինֆորմացիայի մշակման պրոցեսներում

Սուր փորձերի պայմաններում նարկոզի շենթարկված կատուների մոտ միկրոէլեկտրոդային գրանցման մեթոդի օգնությամբ ուսումնասիրվել են պուլվինարի (հետին թալամուս) առանձին նեյրոնների ռեակցիաները հրահրված տեսողական գրգռիչներով:

Հետազոտվող նեյրոնների ֆոնային ակտիվությունը դառնվել է  $15$ — $35$  խմայլվրկ սահմաններում: Պուլվինարի նեյրոնների ռեցեպտիվ դաշտերն

իրենցից ներկայացնում են հորիզոնական, ուղղահայաց և կորածն դասա-  
 վորությամբ դաշտեր, որոնց գրգռումը լույսային օղակով հրահրում է նեյ-  
 ռոնի արտահայտված պատասխան: Փորձերը ցույց են տվել, որ նեյրոնների  
 մեծ մասը ցուցաբերում են պզայնություն դեպի լույսային գրգռիչի շարժման  
 ուղղությունը: Այնուհետև արտահայտված պատասխանում են ստատիկ, ան-  
 շարժ գրգռիչի լույսային և մթնային ֆազաներին: Առանձնապես մեծ զգա-  
 նություն են ցուցաբերում այս քչիչները շարժվող սև գույնի տեսողական գր-  
 գռիչների նկատմամբ: Այսպիսով, փորձերը ցույց են տվել, որ պուլվինարի  
 նեյրոններն ակտիվ մասնակցություն ունեն տեսողական ինֆորմացիայի  
 մշակման պրոցեսներում ենթակեղևի մակարդակի վրա:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Կ Ր Ա Կ Ը Լ Ե Ն Ի Թ Յ Ո Ւ Ն

<sup>1</sup> P. F. Cluver, J. A. Campos-Ortega, J. comp. neurol. 3, 137 (1969): <sup>2</sup> C. J. Heath, E. G. Jones, J. comp. neurol. 4, 141 (1971). <sup>3</sup> J. M. Godfraind, M. Meulders, C. Veraart, Br. Res. 2, 44 (1972). <sup>4</sup> C. Veraart, M. Meulders, J. M. Godfraind, Br. Res. 2, 44 (1972). <sup>5</sup> H. Suzuki, H. Kato, Exptl. neurol. 3, 23 (1969). <sup>6</sup> S. Kawamura, J. M. Sprague, K. Nilmi, J. comp. neurol. 3, 158 (1974). <sup>7</sup> R. S. Snider, W. T. Nemer, A stereotaxic atlas of the cat brain (1961). <sup>8</sup> B. A. Harutiunian-Kozak, K. Dec, A. Wrobel, Acta Neurobiol. Exp. (1974). <sup>9</sup> P. Hammond, J. Physiol. 1, 228 (1973).

