

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

LI, № 4

1970

Խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Է. Գ. ԱՅՐՈՒՅԱՆ, կենսաբանական գիտությունների բեկեաժու, Ա. Բ. ԲԱՐՈՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Ա. ԹԱԼԱԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Վ. Մ. ԹԱԻԱՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՑՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ. ՂԱԳԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ (պատ. խմբագրի տեղակալ), Ս. Հ. ՄԻՐՋՈՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Ս. Ս. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս (պատ. խմբագրի), Օ. Մ. ՍԱԳՈՆՋՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻԹԱՅԵԼՅԱՆ, ՀՍՍՀ ԳԱ րդրակից-անդամ:

В. А. АМБАРЦУМЯН, академик, Э. Г. АФРИКЯН, кандидат биологических наук, А. Т. БАБАЯН, академик АН АрмССР, В. О. КАЗАРЯН, чл.-корр. АН АрмССР (зам. отв. редактора), С. А. МИРЗОЯН, чл.-корр. АН АрмССР, С. С. МКРТИЧЯН, академик АН АрмССР, А. Г. НАЗАРОВ, академик АН АрмССР (отв. редактор), О. М. САПОНДЖЯН, чл.-корр. АН АрмССР, А. А. ТАЛАЛЯН, чл.-корр. АН АрмССР, В. М. ТАРАЯН, чл.-корр. АН АрмССР, М. Л. ТЕРМИКАЕЛЯН, чл.-корр. АН АрмССР.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ

Ե Ր Ո Վ Ա Ն

Е Р Е В А Н

Բ Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ւ Ք Ց Ո Ւ Ն

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

էջ

- Վ. Գ. Բոլտյանսկի, է. Ա. Միլոզախանյան—Արտապատկերման աստիճանը հիւրեր-
տյան տարածության մէջ 193
- Գ. Վ. Վիրաբյան—Վերջավոր չափանի ուղեւորութիւն և նրա համայնութի սեփական
էլեմենտների միացյալ սխառեմի լրիվության մասին 196
- Ո. Կ. Ուիմոնյան—Պարբերական գործակիցներով երկրորդ կարգի դիֆերենցիալ
հավասարումների սխառեմի մուտիպլիկատորների ասիմպտոտիկ վերլուծության մասին 203

ԻՆՄԱՏԻՄԱԿԱՆ ՍԵՑՍԻՈՆՈԳԻԱ

- է. Ո. Խաչիյան—Ակսելերոգրամների տարբեր բաղադրիչներով և երկու հորիզոնա-
կան պրոեկցիաների հաշվառմամբ կառուցված սեյսմիկ սպեկտրների մասին 207

ՖԻԶԻԿԱ

- Ա. Հ. Սելիլյան—Ուղեւորութեամբ իմպուլսի ռեզոնանսային կոհերենտ ցրումն
աստիճան վրա 214

ԱՆՍՈՐԳԱՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ

- Վ. Մ. Թառայան, Ո. Ն. Հովսեփյան, Ո. Պ. Լեբեդեվա—II (II)-ի հալոգենիդային
կոմպլեքսների մեթիլ կառուցի հետ առաջացրած իոնական ասոցիատների էքստրակցիան 219

ՈՐԳԱՆԱԿԱՆ ՔԻՄԻԱ

- Ա. Թ. Բարայան, Ո. Տ. Փոլարյան, Փ. Ո. Ղազարյան, Խ. Ա. Ազիզյան—Չորրորդային
ամոնիումային ազդերի ցիկլացման ուսկցիան 227

ՈՒՏԱՆԱԿԱՆ ՀԱՆԱԾՈՆՆԵՐ

- Վ. Հ. Պարսեթիկյան—Հանքանյութերում և ապարներում էլեմենտների իրական պա-
րունակությունների որոշման հարցի շուրջը 234

ՐԻՈՔԻՄԻԱ

- Հ. Գ. Դսղրամադյան, Ո. Ա. Մալուխյան, Ժ. Հ. Պետրոսյան—Սուլֆիդների խմբերը և
խաղողի վազի ցրտագիմացականությունը 239

ԲՈՒՑՍՆԵՐԻ ՖԻԶԻՈՒՈԳԻԱ

- Մ. Խ. Չալախյան, Տ. Ա. Նզոբովա, Լ. Ի. Յանինա—Մթության և ռետարգանտի ազ-
դեցությունը կարեւոր տեսակի բույսերի աճման և ծաղկման վրա 244
- Վ. Հ. Ազադյան, Ի. Գ. Մատինյան—Բույսերի արմատահյութի մէջ շաքարների պա-
րունակության մասին՝ կապված Դոդի ջրային ռեփիմից 250

ԿՈՆԴԱՆԱՐԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Ն. Ն. Ակրամովսկի—Ջրային փափկամարմինների ժամանակակից նոր տեսակ՝
Gabbrella araxena Akramowski, sp. n. հայաստանից 253

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр
МАТЕМАТИКА	
В. Г. Болянский, Э. А. Мирзаханян—Степень отображения в гильбертовом пространстве	193
Г. В. Вирабян—О полноте объединенной системы собственных элементов конечномерного оператора и его сопряженного	196
С. Г. Симонян—Асимптотика мультипликаторов системы дифференциальных уравнений с периодическими коэффициентами	203
ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ	
Э. Е. Хачиян—О сейсмических спектрах по отдельным составляющим акселерограмм и при совместном учете двух горизонтальных составляющих	207
ФИЗИКА	
А. О. Меликян—Когерентное резонансное рассеяние немонохроматического импульса на атоме	214
НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ	
В. М. Тараян, Е. Н. Овсепян, С. П. Лебедева—Экстракция нонимых ассоциатов галогенидных комплексов ртути (II) с метиловым зеленым	219
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ	
А. Т. Бабалян, С. Т. Кочарян, П. С. Чобанян, Т. А. Азмизян—Катализируемые основаниями реакция циклизации аммониевых соединений	221
ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ	
В. О. Пароникян—К вопросу об определении истинных содержаний элементов в рудах и породах	234
БИОХИМИЯ	
А. Д. Дограмаджян, С. А. Марутян, Ж. А. Петросян—Сульфгидрильные группы и морозостойкость виноградной лозы	239
ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ	
М. Х. Чадлахян, Т. А. Егорова, Л. Н. Янина—Влияние темноты и ретарданта на рост и цветение короткодневных видов	244
В. О. Казарян, Н. Г. Матинян—О влиянии водного режима почвы на содержание сахаров в пасоке растений	250
ЗООЛОГИЯ	
Н. Н. Акрамовский—Новый современный вид водных моллюсков из Армении <i>Qabbiella ataxena</i> Akramowski, sp. n. (Gastropoda: Prosobranchia: Bithyniidae)	255

УДК 513.83

МАТЕМАТИКА

В. Г. Болтянский, Э. А. Мирзаханиян

Степень отображения в гильбертовом пространстве

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Р. А. Александрияном 16/III 1970)

В этой заметке мы даем определение степени отображения для отображений, принадлежащих введенному в ⁽²⁾ классу K и удовлетворяющих дополнительному условию компактности прообразов. Это определение степени отображения близко в идейном отношении к классическому определению Лере-Шаудера ⁽¹⁾, но имеет и свои отличия. Дело в том, что класс отображений K , введенный в ⁽²⁾ (точнее, его замыкание $\bar{K}$) существенно шире, чем класс отображений вида $\lambda E + A$ (где E — тождественный, A — вполне непрерывный оператор). Отображения класса K лишь локально напоминают отображения $\lambda E + A$, в то время как в теории Лере-Шаудера используются не только локальные, но и глобальные свойства отображений вида $\lambda E + A$. Этим и объясняются особенности приводимого ниже определения степени отображения.

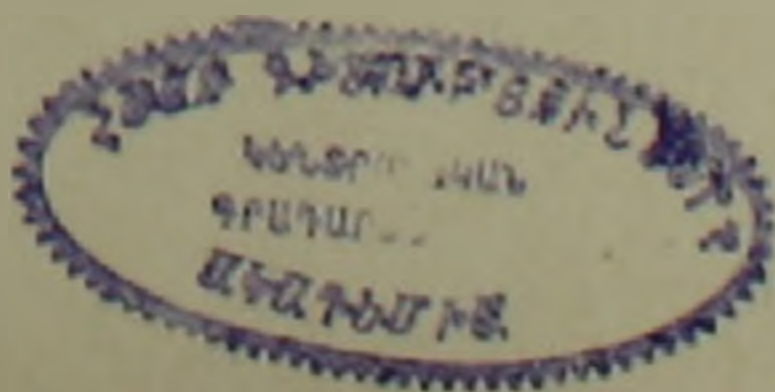
Прежде всего мы сформулируем следующее предложение о свойствах отображений класса K .

Предложение 1. Пусть $f: M \rightarrow H$ — отображение класса K (где M — открытое подмножество гильбертова пространства H) и $X \subset M$ — компактное множество. Тогда для любого числа $\varepsilon > 0$ существует такая конечномерная плоскость $L \subset H$, такое открытое множество $U \supset X$ (содержащееся в M) и такое число $\delta > 0$, что если $x, y \in U$ и угол между вектором $x - y$ и подпространством L не меньше $\frac{\pi}{2} - \delta$, то выполнено соотношение

$$\|f(x) - f(y) - \lambda_f(x)(x - y)\| \leq \varepsilon \|x - y\|,$$

где $\lambda_f(x)$ терминальная производная отображения f (см. ⁽³⁾).

Перейдем теперь к определению степени отображения. Прежде всего введем следующее обозначение. Пусть $L \subset H$ — конечномерное подпространство, $a \in L$ и h — положительное число. Через $E_{a,h}(L)$ мы будем обозначать шар радиуса h с центром a , ортогональный подпространству L . Иначе говоря, $E_{a,h}(L)$ есть множество всех точек $x \in H$, удовлетворяющих условиям $x - a \perp L$ и $\|x - a\| \leq h$.



Предложение 2. Пусть $f: M \rightarrow H$ — отображение класса K и $X \subset M$ — компактное множество, переходящее при отображении f в одну точку $f(X) = b \in H$. Предположим, что терминальная производная $\lambda_1(x)$ на множестве X строго положительна. Тогда существует такое конечномерное подпространство L , содержащее точку b , такая окрестность $U \subset M$ компакта X и такое положительное число h , что для любого конечномерного подпространства $L^* \supset L$ и любой точки $a \in \overline{U} \cap L^*$ множество $f(E_{a,h}(L^*))$ пересекается с L^* ровно в одной точке.

Сформулированное предложение позволяет (для любого конечномерного подпространства $L^* \supset L$) построить отображение $\varphi: \overline{U} \cap L^* \rightarrow L^*$, положив

$$\varphi(a) = L^* \cap f(E_{a,h}(L^*)) \quad (1)$$

для любой точки $a \in \overline{U} \cap L^*$. Это отображение φ (определенное, если заданы f, X, L, U, h , указанные в предложении 2) и лежит в основе определения степени отображения.

Предложение 3. Пусть $f: M \rightarrow H$ — отображение класса K и $b \in f(M)$ — такая точка, что ее прообраз $X = f^{-1}(b)$ компактен. Предположим, что терминальная производная $\lambda_1(x)$ на множестве X строго положительна. Тогда L, U и h , указанные в предложении 2, можно выбрать таким образом, что (при $L^* \supset L$) граница открытого в L^* множества $U \cap L^*$ переходит при отображении φ (см. (1)) в множество, не содержащее точки b .

Ясно, что при выполнении условий предложения 3 определена степень отображения $\varphi: (U \cap L^*) \rightarrow L^*$ в точке b . Ясно также, что эта степень отображения не зависит от ориентации пространства L^* (если мы условимся ориентировать L^* и $U \cap L^*$ одинаково). Однако пока еще эта степень отображения может быть различной для разных конечномерных подпространств $L^* \supset L$. Оказывается (и в этом заключается наше следующее предложение), что при выполнении условий предложения 3 можно L, U и h выбрать таким образом, чтобы для всех $L^* \supset L$ степень отображения $\varphi: (U \cap L^*) \rightarrow L^*$ была одной и той же. Более того, эта степень отображения не зависит от случайного выбора элементов построения, а всецело определяется отображением f и точкой b . Иными словами, справедливо следующее

Предложение 4. Пусть $f: M \rightarrow H$ — отображение класса K и $b \in f(M)$ — такая точка, что ее прообраз $X = f^{-1}(b)$ компактен. Предположим, что терминальная производная $\lambda_1(x)$ на множестве X строго положительна. Тогда существует такое число $s = s(f, b)$ (называемое степенью отображения $f: M \rightarrow H$ в точке b), которое обладает следующим свойством: если L, U и h (см. предложение 3) выбраны так, что степень отображения φ (см. (1)) одна и та же для всех конечномерных подпространств $L^* \supset L$, то эта степень отображения равна $s(f, b)$.

Этим и завершается построение степени отображения. Именно, если $f: M \rightarrow H$ — такое отображение класса K , что прообраз $f^{-1}(b)$ любой точки $b \in f(M)$ компактен, то определена степень отображения $s(f, b)$. Если при этом множество M связно, то степень отображения $s(f, b)$ одинакова для всех точек $b \in f(M)$. В случае же, когда множество $f^{-1}(b)$ компактно не для всех $b \in f(M)$, степень отображения определена лишь в тех точках $b \in f(M)$, для которых прообраз $f^{-1}(b)$ компактен. Если при этом $N \subset f(M)$ — множество всех точек $b \in f(M)$ для которых прообраз $f^{-1}(b)$ компактен, то на каждой компоненте множества N степень отображения $s(f, b)$ постоянна. Далее, если f_0 и f_1 — гомотопные (в классе K) отображения класса K , заданные на множестве M , и f_t , $0 \leq t \leq 1$, — соединяющая их гомотопия и если при этом для всех $t \in [0, 1]$ выполнено включение $b \in f_t(M)$ и прообраз $f_t^{-1}(b)$ компактен, то $s(f_0, b) = s(f_1, b)$.

Математический институт им. В. А. Стеклова
Академии наук СССР

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Վ. Գ. ՌՈՆՏՅԱՆՍԿԻ, է. Ա. ՄԻՐՉԱԿԱՆՅԱՆ

Արտապատկերման աստիճանի հիլբերտյան տարածության մեջ

Տրվում է արտապատկերման աստիճանի սահմանումը (2) հոդվածում նկարագրված արտապատկերումների K դասին պատկանող և կետի նախապատկերի կոմպակտության լրացուցիչ պայմանին բավարարող արտապատկերումների համար:

Այդ սահմանումը զուգափարական տեսակետից մոտ է Հեյն-Շաուդերի կլասիկ սահմանմանը (1), բայց ունի նաև իր յուրահատկությունները, քանի որ K դասը (ափսիս ճիշտ երա K փակույթը) էապես լայն է, քան $\lambda E + A$ տեսքի արտապատկերումների դասը, որտեղ E -ն նույնական շախմատ է, իսկ A -ն լրիվ անընդհատ ապերատոր:

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

1 Ж. Лере и Ю. Шаудер, Успехи математ. наук, т. I, вып. 3—4, 1946. 2 В. Г. Бол-
тянский, Об одном классе отображений гильбертова пространства, ДАН Арм. ССР, т.
LI, № 3 (1970).

УДК 517.9

МАТЕМАТИКА

Г. В. Вирабян

О полноте объединенной системы собственных элементов
конечномерного оператора и его сопряженного

(Представлено чл. корр. АН Армянской ССР Р. А. Александрияном 6/IV 1970)

1°. Хорошо известно (¹), что линейный оператор $\mathfrak{M}$, действующий в N -мерном комплексном евклидовом пространстве R^N , имеет полную ортонормированную систему собственных элементов тогда и только тогда, если он нормален, т. е. если он коммутирует со своим сопряженным.

Когда оператор не имеет простой структуры, то у него полной системы собственных элементов не существует, однако в этом случае он и его сопряженный оператор вместе уже могут иметь полную совокупность собственных элементов в пространстве R^N .

Таким образом, возникает вопрос, когда совокупность собственных элементов оператора $\mathfrak{M}$ и его сопряженного $\mathfrak{M}^*$ вместе образует полную систему в R^N .

Настоящая заметка посвящена этому вопросу.

2°. Ниже устанавливаются некоторые критерии существования полной совокупности собственных элементов оператора $\mathfrak{M}$ и его сопряженного $\mathfrak{M}^*$.

Имеет место следующая:

Теорема 1. Совокупность собственных элементов оператора $\mathfrak{M}$ и его сопряженного $\mathfrak{M}^*$ вместе образует полную ортонормированную систему в R^N тогда и только тогда, если при некотором ортонормированном базисе пространства R^N матрица преобразования оператора $\mathfrak{M}$ имеет вид:

$$\mathfrak{M} = \begin{pmatrix} \lambda_1 & \dots & 0 & \gamma_{11} & \dots & \gamma_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \lambda_l & \gamma_{l1} & \dots & \gamma_{lm} \\ 0 & \dots & 0 & \mu_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & \mu_m \end{pmatrix}, \quad l+m=N \quad (1)$$

Доказательство. Доказательство первой части теоремы почти очевидно.

Перейдем к доказательству второй части.

Пусть ортонормальный базис пространства R^N

$$\bar{p}_1, \dots, \bar{p}_l, \bar{q}_1, \dots, \bar{q}_m, \quad l + m = N \quad (2)$$

состоит из совокупности собственных элементов оператора $\mathfrak{M}$

$$\mathfrak{M} \bar{p}_l = \lambda_l \bar{p}_l, \quad (l = 1, 2, \dots, l)$$

и сопряженного оператора $\mathfrak{M}^*$

$$\mathfrak{M} \bar{q}_j = \mu_j \bar{q}_j, \quad (j = 1, 2, \dots, m). \quad (3)$$

Покажем, что в этом случае матрица преобразования оператора $\mathfrak{M}$ при этом базисе имеет вид (1).

Пусть $\bar{u}$ произвольный элемент из R^N . Тогда

$$\bar{u} = \sum_{l=1}^l \alpha_l \bar{p}_l + \sum_{j=1}^m \beta_j \bar{q}_j,$$

где

$$\alpha_l = (\bar{u}, \bar{p}_l), \quad \beta_j = (\bar{u}, \bar{q}_j) \\ (l = 1, 2, \dots, l) \quad (j = 1, 2, \dots, m).$$

$(\cdot, \cdot)$ — скалярное произведение в R^N .

Применяя оператор $\mathfrak{M}$, получим:

$$\mathfrak{M} \bar{u} = \sum_{l=1}^l \alpha_l \lambda_l \bar{p}_l + \sum_{j=1}^m \beta_j \mathfrak{M} \bar{q}_j. \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \mathfrak{M} \bar{q}_j &= \sum_{l=1}^l (\mathfrak{M} \bar{q}_j, \bar{p}_l) \bar{p}_l + \sum_{k=1}^m (\mathfrak{M} \bar{q}_j, \bar{q}_k) \bar{q}_k = \\ &= \sum_{l=1}^l \gamma_{lj} \bar{p}_l + \mu_j \bar{q}_j; \end{aligned} \quad (5)$$

где

$$\gamma_{lj} = (\mathfrak{M} \bar{q}_j, \bar{p}_l), \quad \left(\begin{matrix} i = 1, 2, \dots, l \\ j = 1, 2, \dots, m \end{matrix} \right).$$

Или после подстановки выражения (5) в (4)

$$\begin{aligned} \mathfrak{M} \bar{u} &= \sum_{l=1}^l \alpha_l \lambda_l \bar{p}_l + \sum_{j=1}^m \beta_j \mu_j \bar{q}_j + \sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^l \gamma_{lj} \beta_j \bar{p}_l = \\ &= \sum_{l=1}^l \left\{ \sum_{j=1}^m \gamma_{lj} \beta_j + \alpha_l \lambda_l \right\} \bar{p}_l + \sum_{j=1}^m \beta_j \mu_j \bar{q}_j; \end{aligned}$$

А это значит, что матрица преобразования оператора $\mathfrak{X}$ в ортонормированном базисе (2) имеет вид (1). Теорема доказана.

Замечание 1. Если оператор $\mathfrak{X}$ и его сопряженный, вместе взятые, имеют полную совокупность собственных элементов в R^N , то этим же свойством обладает всякий оператор, подобный $\mathfrak{X}$.

3. В этом пункте мы рассмотрим частный класс конечномерных операторов и для них изучим поставленный выше вопрос о полноте совокупности собственных элементов данного и сопряженного операторов.

В прямой сумме евклидовых пространств $R^N \times R^N = H$ со скалярным произведением

$$\langle \vec{P}, \vec{q} \rangle = (P_1, q_1) - (C^{-1} P_2, q_2)$$

$$\vec{P} = \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \end{pmatrix}, \quad \vec{q} = \begin{pmatrix} q_1 \\ q_2 \end{pmatrix} \in H.$$

Рассмотрим оператор, заданный с помощью операторной матрицы

$$\mathfrak{X} = \begin{pmatrix} 0 & E \\ C & D \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Относительно элементов этой матрицы предполагается, что они сами являются операторами, отображающими пространство R^N в R^N , причем C и $C^{-1} \cdot D$ симметрические относительно скалярного произведения (.), а C отрицательно определенный.

Сопряженный к оператору $\mathfrak{X}$ относительно скалярного произведения (6) имеет вид:

$$\mathfrak{X}^* = \begin{pmatrix} 0 & -E \\ -C & D \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Теорема 2. Для того, чтобы совокупность собственных элементов оператора $\mathfrak{X}$ и его сопряженного $\mathfrak{X}^*$ вместе образовала полную систему в пространстве H , необходимо и достаточно, чтобы квадратное операторное уравнение

$$U^2 - DU - C = 0 \quad (9)$$

обладало решением, имеющим простую структуру в R^N .

Доказательство. Необходимость. Пусть совокупность собственных элементов операторов $\mathfrak{X}$ и $\mathfrak{X}^*$ вместе образует полную систему в пространстве H

$$\mathfrak{X} \vec{P}_l = \lambda_l \vec{P}_l, \quad \vec{P}_l = \begin{pmatrix} P_1^{(l)} \\ P_2^{(l)} \end{pmatrix}, \quad (l = 1, 2, \dots, m)$$

$$\mathfrak{X}^* \vec{q}_j = \mu_j \vec{q}_j, \quad \vec{q}_j = \begin{pmatrix} q_1^{(j)} \\ q_2^{(j)} \end{pmatrix}, \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

$$(m + n = 2N)$$

Или в раскрытой форме

$$\left. \begin{aligned} P_2^{(i)} &= \lambda_i P_1^{(i)}, \\ CP_1^{(i)} + DP_2^{(i)} &= \lambda_i P_2^{(i)} \end{aligned} \right\}, \quad (i = 1, 2, \dots, m). \quad (10)$$

$$\left. \begin{aligned} -q_2^{(j)} &= \mu_j q_1^{(j)}, \\ -cq_1^{(j)} + Dq_2^{(j)} &= \mu_j q_2^{(j)} \end{aligned} \right\}, \quad (j = 1, 2, \dots, n). \quad (11)$$

В системах (10), (11) соответственно подставляя первое равенство во второе, получим:

$$(C + \lambda_i D - \lambda_i^2 E) P_1^{(i)} = 0, \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$(C + \mu_j D - \mu_j^2 E) q_1^{(j)} = 0, \quad (j = 1, 2, \dots, n).$$

Здесь $P_1^{(i)}$ и $q_1^{(j)}$ отличны от нуля, поскольку в противном случае $\vec{P}_i$ и $\vec{q}_j$ не были бы собственными векторами.

Таким образом, первые компоненты собственных векторов как оператора $\mathfrak{M}$, так и сопряженного оператора $\mathfrak{M}^*$ являются собственными элементами для квадратичного операторного пучка

$$L(\lambda) = C + \lambda D - \lambda^2 E. \quad (12)$$

Из полноты системы собственных векторов

$$\left\{ \begin{aligned} \vec{P}_i, \vec{q}_j \end{aligned} \right\} \quad \begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, m, \\ j &= 1, 2, \dots, n, \end{aligned} \quad m + n = 2N,$$

в H следует полнота системы первых компонент этих векторов в пространстве R^N .

Значит квадратичный операторный пучок (12) имеет полную систему собственных элементов $\{e_k\}$, $(k = 1, 2, \dots, N)$ в R^N , т. е.

$$L(\lambda_k) e_k = 0, \quad (k = 1, 2, \dots, N)$$

и для произвольного элемента $P \in R^N$ имеется представление

$$P = \sum_{k=1}^N a_k e_k.$$

Определим в R^n оператор U по формуле

$$UP = \sum_{k=1}^N a_k \lambda_k e_k, \quad P \in R^N.$$

Очевидно, что таким образом определенный оператор U имеет простую структуру в R^N и удовлетворяет квадратному операторному уравнению (9).

В самом деле, система $\{e_k\}$, $(k = 1, 2, \dots, n)$ является одновременно и системой собственных элементов оператора U и для любого $P \in R^N$ имеем:

$$\begin{aligned}(U^2 - DU - C)P &= \sum_{k=1}^N a_k (\lambda_{i_k}^2 E - \lambda_{i_k} D - C)e_k = \\ &= - \sum_{k=1}^N a_k L(\lambda_{i_k})e_k = 0.\end{aligned}$$

Необходимость доказана.

Достаточность. Пусть оператор U имеет простую структуру в R^N и является решением квадратного операторного уравнения (9). Покажем, что тогда оператор $\mathfrak{X}$ вместе с сопряженным $\mathfrak{X}^*$ имеют полную в H совокупность собственных векторов.

Полную в R^N систему собственных значений и собственных элементов оператора U обозначим через $\begin{pmatrix} \lambda_i \\ u_i \end{pmatrix}$, $(i = 1, 2, \dots, N)$.

Заметим, что эта система является одновременно и системой собственных элементов для квадратичного операторного пучка.

Рассмотрим следующие системы векторов в пространстве H

$$\vec{u}_i = \begin{pmatrix} u_i \\ \lambda_i u_i \end{pmatrix}, \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (13)$$

$$\vec{v}_i = \begin{pmatrix} u_i \\ -\lambda_i u_i \end{pmatrix}, \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (14)$$

Тогда система векторов (13) является системой собственных векторов для оператора $\mathfrak{X}$, а система (14) является системой собственных векторов для сопряженного оператора $\mathfrak{X}^*$.

Рассмотрим теперь систему $2N$ векторов пространства H .

$$\{\vec{u}_i, \vec{v}_i\}, \quad (i = 1, 2, \dots, N).$$

Покажем, что эта система образует базис в пространстве H .

Действительно, из равенства

$$\sum_{i=1}^N \alpha_i \vec{u}_i + \sum_{i=1}^N \beta_i \vec{v}_i = 0$$

имеем

$$\sum_{i=1}^N \alpha_i \begin{pmatrix} u_i \\ \lambda_i u_i \end{pmatrix} + \sum_{i=1}^N \beta_i \begin{pmatrix} u_i \\ -\lambda_i u_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^N (\alpha_i + \beta_i) u_i \\ \sum_{i=1}^N \lambda_i (\alpha_i - \beta_i) u_i \end{pmatrix} = \vec{0}$$

или в силу линейной независимости системы u_i ($i = 1, 2, \dots, N$) и дефинитности оператора C

$$\begin{aligned} \alpha_i + \beta_i &= 0, \\ \alpha_i - \beta_i &= 0, \end{aligned} \quad (i = 1, 2, \dots, N).$$

т. е. $\alpha_i = \beta_i = 0, \quad i = 1, 2, \dots, N.$

Таким образом, совокупность собственных элементов операторов $\mathfrak{X}$ и $\mathfrak{X}^*$ образует базис в пространстве H .

Теорема полностью доказана.

Аналогично доказывается следующая

Теорема 2 bis. Для того, чтобы совокупность собственных элементов оператора $\mathfrak{X}$ и его сопряженного $\mathfrak{X}^*$ вместе образовали полную ортонормированную систему в пространстве H , необходимо и достаточно, чтобы квадратное операторное уравнение (9) обладало нормальным в R^N решением U , т. е.

$$U^* - DU - C = 0 \quad \text{и} \quad UU^* = U^*U.$$

Замечание 2. В процессе доказательства теоремы был одновременно установлен следующий факт:

операторы $\mathfrak{X}$ и $\mathfrak{X}^*$ вместе имеют полную совокупность собственных векторов в пространстве H тогда и только тогда, если квадратичный операторный пучок (12) обладает полной системой собственных элементов в R^N .

Замечание 3. Если в представлении (7) операторы C и D самосопряженные и коммутируют между собой, то квадратное операторное уравнение (9) имеет нормальные в R^N решения вида

$$u = \frac{D}{2} \pm \frac{\sqrt{D^2 + 4C}}{2}$$

и, следовательно, согласно теореме 2 bis, в этом случае операторы $\mathfrak{X}$ и $\mathfrak{X}^*$ вместе имеют полную в H ортогонально-нормированную систему собственных векторов.

Замечание 4. Если операторы C и $C^{-1}D$ самосопряженные в R^N , причем C положительно определенный, тогда квадратное операторное уравнение (9) обладает нормальным решением и, в силу теоремы 2 bis, в этом случае можно утверждать, что оператор $\mathfrak{X}$ вместе со своим сопряженным имеет полную ортонормальную систему собственных векторов в пространстве H .

Более того, в этом случае оператор $\mathfrak{X}$ оказывается самосопряженным относительно скалярного произведения

$$\langle \bar{P}, \bar{Q} \rangle = (P_1, Q_1) + (C^{-1}P_2, Q_2).$$

$$\begin{aligned} \langle \mathfrak{X} \bar{P}, \bar{Q} \rangle &= (P_2, Q_1) + (C^{-1}[CP_1 + DP_2], Q_2) = \\ &= (P_1, Q_2) + (P_2, Q_1 + C^{-1}DQ_2) = (P_1, Q_2) + (C^{-1}P_2, CQ_1 + DQ_2) = \\ &= \langle \bar{P}, \mathfrak{X} \bar{Q} \rangle. \end{aligned}$$

для любых $\vec{P} = \begin{pmatrix} P_1 \\ P_2 \end{pmatrix}$, $\vec{Q} = \begin{pmatrix} Q_1 \\ Q_2 \end{pmatrix}$ из R^λ .

Поэтому система собственных элементов соответствующего квадратичного операторного пучка в данном случае двукратно полна в пространстве R^λ в смысле М. В. Келдыша (²).

Институт математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Գ. Վ. ՎԻՐԱՔՏԱՆ

Վերջավոր չափանի օպերատորի և նրա համալուծի սեփական
էլեմենտների միացյալ սխեմանի լրիվության մասին

Աշխատանքում ստացված են տեղեկություն և բավարար պայմաններ, որոնց դեպքում N չափանի ունիտար R^N տարածությունում գործող զմային $\mathfrak{M}$ օպերատորի և նրա $\mathfrak{M}^*$ համալուծի սեփական էլեմենտների հավաքը R^N -ում կազմում է լրիվ սխեմա:

ЛИТЕРАТУРА—ԿՐԱՎԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ И. М. Гельфанд, Лекции по линейной алгебре, 1948. ² М. В. Келдыш ДАН, 77, № 1 (1951).

УДК 517.9

МАТЕМАТИКА

С. Г. Симосян

Асимптотика мультипликаторов системы дифференциальных уравнений с периодическими коэффициентами

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Р. А. Александрияном 8/VII 1970)

Рассмотрим систему дифференциальных уравнений второго порядка с периодическими коэффициентами

$$x''(t) + \mu^2 Q(t)x(t) = 0, \quad Q(t+a) = Q(t), \quad \mu > 0, \quad (1)$$

где $x(t)$ — вектор столбец, $Q(t)$ — комплекснозначная матрица функция порядка $n \times n$ и регулярна в некоторой односвязной области G , содержащая вещественную ось R . Собственные числа матрицы $Q(t)$ вещественны, положительны и различны при $t \in R$. (2)

В частности, матрица $Q(t)$ может быть положительно определенной и эрмитова.

Обозначим собственные числа матрицы $Q(t)$ через

$$q_j(t), \quad j = 1 \dots n.$$

Полагая

$$y_j(t) = x_j(t), \quad y_{n+j}(t) = \mu^{-1} x'_j(t), \quad j = 1 \dots n,$$

преобразуем систему (1) к виду

$$y'(t) = \mu A(t)y(t), \quad A(t+a) = A(t), \quad (3)$$

где

$$A(t) = \begin{bmatrix} 0 & I_n \\ -Q(t) & 0 \end{bmatrix}, \quad I_n = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}.$$

Пусть $Y(t, \mu)$ — некоторая фундаментальная матрица системы (3). Известно, что существует неособенная матрица $C(\mu)$, такая, что

$$Y(t+a, \mu) = Y(t, \mu) C(\mu). \quad (4)$$

Собственные числа матрицы $C(\mu)$, обозначим их через $\rho_j(\mu)$, $j = 1 \dots 2n$, не зависят от выбора фундаментальной матрицы $Y(t, \mu)$ и

называются мультипликаторами системы (3). Мы утверждаем, что для $\rho_j(\mu)$, $j=1 \dots 2n$, справедливо следующее асимптотическое разложение (см. теор. 3)

$$\rho_j(\mu) = \exp(i\mu\varphi_j)\tilde{\rho}_j(\mu), \quad \tilde{\rho}_j(\mu) \sim 1 + \sum_{k=1}^{\infty} d_{jk}\mu^{-k}, \quad (5)$$

где

$$\varphi_j = \int_0^{\infty} q_j(t) dt > 0, \quad j=1 \dots n, \quad \tilde{\rho}_{n+j} = -\tilde{\rho}_j. \quad (6)$$

Введем следующие обозначения:

$$\lambda_j(t) = iq_j(t), \quad j=1 \dots n, \quad \lambda_{n+j}(t) = -iq_j(t)$$

$$\xi_j(t) = \int_0^t \lambda_j(\tau) d\tau, \quad \xi_{ij}(t) = \xi_i(t) - \xi_j(t). \quad (7)$$

$$\operatorname{Re} \xi_j(t) = \delta_j(t), \quad \operatorname{Re} \xi_{ij}(t) = \delta_{ij}(t), \quad \delta_{ij}(t_0) = \delta_{ij}^0$$

Обозначим через $\Lambda(t)$ диагональную матрицу $\Lambda(t) = [\lambda_1(t), \lambda_2(t) \dots \lambda_{2n}(t)]$, через $B(t)$ — неособенную матрицу, удовлетворяющую условию $AB = B\Lambda$. Сформулируем следующую теорему, которая аналогична теореме 3.1 работы (2).

Теорема 1. Пусть условие (2) выполнено. Тогда существует такая ограниченная односвязная область $G_1 \subset G$, $[0, a] \subset G_1$, что в этой области система (3) имеет $2n$ линейно независимых регулярных решений вида

$$y_j(t) = \exp(\mu\xi_j(t))(b_j(t) + \mu^{-1}u_j(t, \mu)), \quad \mu > \mu_0 > 0, \quad j=1 \dots 2n \quad (8)$$

$b_j(t)$ — столбцы матрицы $B(t)$, $u_j(t, \mu)$ — регулярные по t функции в области $t \in G_1$, $\mu > \mu_0 > 0$.

Из соотношения (4) имеем, что

$$y_j(t+a) = \sum_{k=1}^{2n} c_{jk} y_k, \quad j=1 \dots 2n. \quad (9)$$

Теорема 2. Пусть $y_j(t)$ — решение системы (3), построенное в теореме 1. Тогда при всех $i, j=1 \dots 2n$

$$c_{ij}(\mu) = O(\exp(-\delta_{ij}^0 \mu)), \quad i > j, \quad \mu > \mu_0 > 0 \quad (10)$$

$$c_{ij}(\mu) = O(\mu^{-1}), \quad i < j, \quad \mu > \mu_0 > 0. \quad (11)$$

$$c_{jj}(\mu) = \exp(i\mu\varphi_j) \left(1 + \sum_{k=1}^{\infty} d_{jk}\mu^{-k} \right). \quad (12)$$

Доказательство этой теоремы следует из теоремы 1 и из результатов (1).

Теорема 3. Пусть условие (2) выполнено. Тогда для мультипликаторов системы (3) справедливо асимптотическое разложение

$$\rho_j(\mu) = \exp(i\mu\varphi_j) \psi_j(\mu) \sim 1 + \sum_{k=1}^{\infty} d_{jk} \mu^{-k}, \quad (5)$$

где $\varphi_j = 1 \dots n$, определяются по формуле (6), $d_{jk} = \text{const}$.

Доказательство. Согласно соотношению (4) мультипликаторы системы (3) являются корнями алгебраического уравнения

$$\det [C(\mu) - \rho I_{2n}] = 0. \quad (13)$$

В силу теоремы 2 матрица левой части (15), с точностью порядка экспоненциально малой величины, треугольная (4), т. е.

$$[C(\mu) - \rho I_{2n}] = \begin{bmatrix} c_{11} - \rho & O(\exp(-\delta_{11}^0 \mu)) & & \\ & \ddots & \ddots & \\ & & c_{2n, 2n} - \rho & \\ O(\mu^{-1}) & & & \end{bmatrix} \quad \mu > \mu_0 > 0 \quad (14)$$

В силу теоремы 1 и (14) из (13) следует, что

$$\prod_{j=1}^{2n} (\rho(\mu) - c_{jj}(\mu)) = O(\exp(-\delta_{jj}^0 \mu)), \quad \mu > \mu_0, \quad \delta_{jj}^0 > 0.$$

$$\rho_j(\mu) \sim c_{jj}(\mu) + O(\exp(-\delta_{jj}^0 \mu)), \quad \mu \rightarrow +\infty. \quad (15)$$

В силу (12), из (15) приходим к заключению этой теоремы.

В заключение автор выражает свою признательность профессору М. В. Федорюку за оказанное внимание и обсуждение этой работы.

Ереванский политехнический институт

Ա. Չ. ՍԻՄՈՆՅԱՆ

Պարբերական գործակիցներով երկրորդ կարգի դիֆերենցիալ հավասարումների սխառնի մուլտիպլիկատորների ասիմպտոտիկ վերլուծության մասին

Երկրորդ կարգի պարբերական գործակիցներով դիֆերենցիալ հավասարումների սխառնի գործակիցների վրա դրված որոշ սահմանափակումների դեպքում ապացուցվում է, որ սխառնի մուլտիպլիկատորները վերածվում են ասիմպտոտիկ շարքերի՝ ըստ մեծ պարամետրի:

ЛИТЕРАТУРА—ҒРЦЦЦЪННЪЗННЪ

1 И. М. Рапопорт, О некоторых асимптотических методах в теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Изд. АН УССР, Киев, 1954. 2 М. В. Федорюк, Математический сборник, т. 79 (121), № 4 (8), 477—516, 1969. 3 М. В. Федорюк, Докторская диссертация, М., 1966. 4 Ф. Р. Гайнцмахер, Теория матриц, Изд. «Наука», М., 1967.

УДК 624 042.7

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ

Э. Е. Хачиян

О сейсмических спектрах по отдельным составляющим акселерограмм и при совместном учете двух горизонтальных составляющих

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Г. Назаровым 12/IX 1970)

Существующие к настоящему времени сейсмические спектры получены в предположении, что основание линейного осциллятора колеблется по одной из горизонтальных составляющих ускорения грунта. Однако в действительности колебание грунта не имеет четкой направленности относительно главных осей сооружения. Вектор ускорения грунта имеет пространственный характер, для получения которого записываются его три проекции: две горизонтальные и одну вертикальную. Обычно считают, что влияние вертикальной составляющей ускорения на сооружение сравнительно меньше, а горизонтальные составляющие имеют одинаковые характеристики. Поэтому часто для упрощения задачи рассматривают только колебания сооружения, вызванные одной из горизонтальных составляющих ускорения грунта. Такое упрощение, на наш взгляд, не имеет достаточного обоснования. В действительности, при землетрясении колебания сооружения, подобно колебанию грунта, имеют сложный пространственный характер. Ниже делается попытка получить некоторые качественные и количественные оценки этого сложного процесса.

Сначала рассмотрим в каких взаимоотношениях находятся спектры по трем составляющим в отдельности. Дифференциальные уравнения движения линейного осциллятора при колебании ее основания по одной из составляющей колебания грунта соответственно будут:

$$\begin{aligned} y_{г1}'' + \left(\frac{2\pi}{T_{г1}}\right)^2 y_{г1} + \frac{2\pi}{T_{г1}} \alpha_{г1} y_{г1}' &= -y_{ог1}''(t); \\ y_{г2}'' + \left(\frac{2\pi}{T_{г2}}\right)^2 y_{г2} + \frac{2\pi}{T_{г2}} \alpha_{г2} y_{г2}' &= -y_{ог2}''(t); \\ y_{в}'' + \left(\frac{2\pi}{T_{в}}\right)^2 y_{в} + \frac{2\pi}{T_{в}} \alpha_{в} y_{в}' &= -y_{ов}''(t), \end{aligned} \quad (1)$$

где $y_{г1}$, $y_{г2}$ и $y_{г3}$ — перемещения, $T_{г1}$, $T_{г2}$ и $T_{г3}$ — периоды свободных колебаний, $\alpha_{г1}$, $\alpha_{г2}$ и $\alpha_{г3}$ — коэффициенты внутреннего трения, и $y_{ог1}^*(t)$, $y_{ог2}^*(t)$ и $y_{ог3}^*(t)$ — составляющие ускорения грунта в соответствующих направлениях. По акселерограммам двух сильных землетрясений, характеристики которых приведены в работе С. В. Медведева (¹) и нашей (²), при помощи ЭВМ (³) были получены сейсмические спектры перемещений скоростей и ускорений, приведенные на рис. 1. Как показали

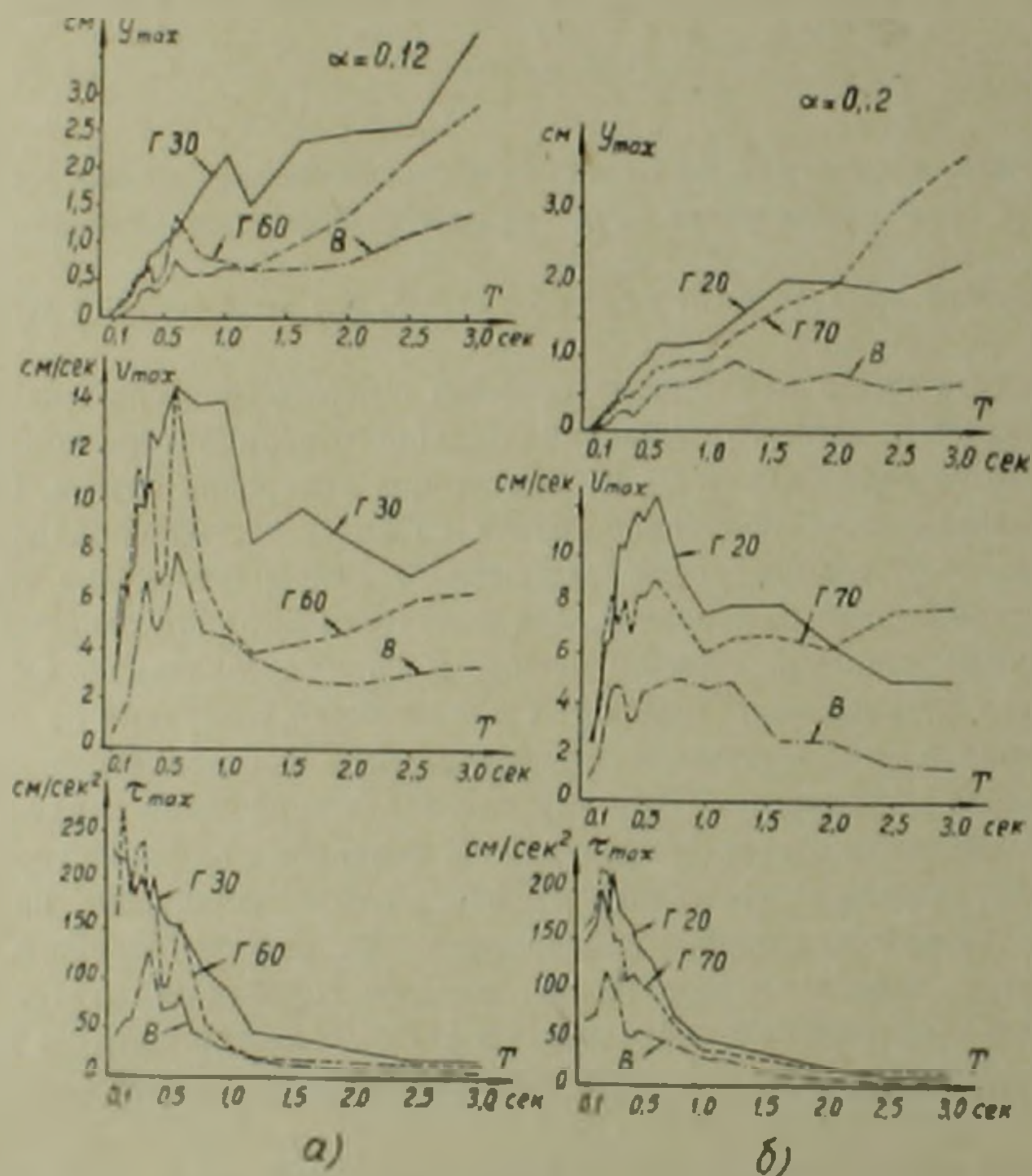


Рис. 1. Спектры перемещений, скоростей и ускорений по трем составляющим акселерограмм: а — по акселерограмме № 1, б — по акселерограмме № 4

вычисления, максимальные значения перемещений скоростей и ускорений по различным составляющим наступают в различные моменты времени от начала землетрясения. Значения спектральных параметров по вертикальной составляющей всегда меньше, чем по горизонтальным составляющим. Значительное расхождение имеется также между значениями спектральных параметров по двум горизонтальным составляющим. Однако общие черты спектров, вычисленные по разным составляющим, остаются, в основном, неизменными. Значения максимальных пе-

ремещений, скоростей и ускорений по вертикальной составляющей, в среднем, в 2 раза меньше, чем соответствующие значения по горизонтальным составляющим. Однако, так как период вертикальных колебаний сооружения в несколько раз меньше, чем периоды горизонтальных колебаний, то ускорения, возникающие в вертикальном направлении сооружения, значительно превзойдут значения ускорений в горизонтальном направлении. Так, при периоде горизонтальных колебаний $T_g = 1,0$ сек. и периоде вертикальных колебаний $T_v = 0,3$ сек. (как показывают экспериментальные исследования, такое соотношение периодов

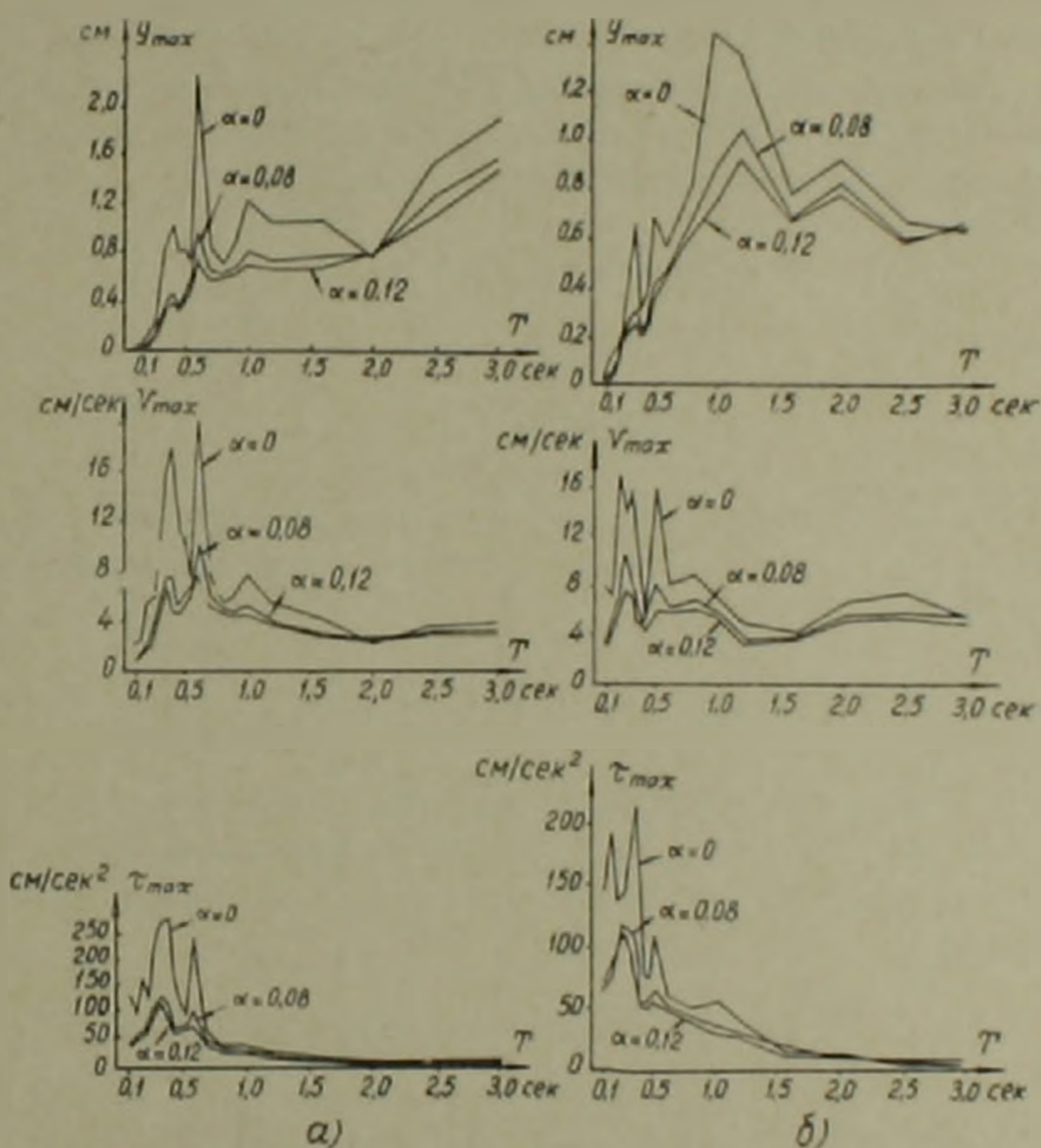


Рис. 2. Спектры перемещений, скоростей и ускорений по вертикальной составляющей акселерограмм: а—по акселерограмме № 1; б—по акселерограмме № 4

имеет место для большинства каркасных зданий повышенной этажности) ординаты спектров ускорений по вертикальной составляющей в 2,4 и 2,9 раза больше, чем по горизонтальным составляющим. Пиковые значения на спектрах по трем составляющим получаются в одинаковых диапазонах изменения периодов T , что в некоторой степени свидетельствует о спектральной идентичности источника горизонтальных и вертикальных сотрясений грунта.

На рис 2 показаны спектры сейсмических реакций при различных

коэффициентах внутреннего трения, полученные по вертикальной составляющей акселерограмм. Как видно из рисунка, влияние затухания на спектральные ординаты и характер спектров, такое же, как и в случае горизонтальных колебаний.

Существенный интерес представляют сейсмические спектры при совместном учете двух горизонтальных составляющих ускорения основания. Общий вектор ускорения грунта при пренебрежении вертикальной составляющей будет находиться на поверхности земли. Итак, будем считать, что основание сооружения с одной степенью свободы одновременно колеблется в двух взаимно перпендикулярных направлениях по заданным законам $y_{ог_1}^*(t)$ и $y_{ог_2}^*(t)$. Рассматривая малые колебания системы будем считать, что перемещения сосредоточенной массы находятся в одной плоскости $y_г Oy_{г_2}$, параллельной поверхности земли.

Кинетические и потенциальные энергии массы будут:

$$K = \frac{1}{2} m (\dot{y}_{г_1}^2 + \dot{y}_{г_2}^2) \quad (2)$$

$$\Pi = \frac{1}{2} (C_{г_1} y_{г_1}^2 + C_{г_2} y_{г_2}^2),$$

где $C_{г_1}$ и $C_{г_2}$ — жесткости сооружения во взаимно-перпендикулярных направлениях $y_{г_1}$ и $y_{г_2}$. Диссипативная функция Рэлея по эквивалентной гипотезе Фойгта будет

$$\Phi = \frac{1}{2} \sqrt{m C_{г_1} \alpha_{г_1}} \dot{y}_{г_1}^2 + \frac{1}{2} \sqrt{m C_{г_2} \alpha_{г_2}} \dot{y}_{г_2}^2, \quad (3)$$

Принимая за обобщенные координаты перемещения $y_{г_1}$ и $y_{г_2}$, а за обобщенные силы $m \dot{y}_{ог_1}^*(t)$ и $m \dot{y}_{ог_2}^*(t)$ и подставляя выражение (2) и (3) в уравнение движения в форме Лагранжа, получим следующие уравнения движения:

$$m \ddot{y}_{г_1} + C_{г_1} y_{г_1} + \sqrt{m C_{г_2} \alpha_{г_2}} \dot{y}_{г_1} = -m \dot{y}_{ог_1}^*(t); \quad (4)$$

$$m \ddot{y}_{г_2} + C_{г_2} y_{г_2} + \sqrt{m C_{г_1} \alpha_{г_1}} \dot{y}_{г_2} = -m \dot{y}_{ог_2}^*(t).$$

Таким образом, в случае малых перемещений уравнения движения системы разделяются. Амплитуды полных перемещений, скоростей и ускорений линейного осциллятора будут:

$$y_{пол}(T_{г_1}, T_{г_2}, \alpha_{г_1}, \alpha_{г_2}, t) = \sqrt{y_{г_1}^2(t) + y_{г_2}^2(t)};$$

$$v_{пол}(T_{г_1}, T_{г_2}, \alpha_{г_1}, \alpha_{г_2}, t) = \sqrt{\left(\frac{2\pi}{T_{г_1}} y_{г_1}(t)\right)^2 + \left(\frac{2\pi}{T_{г_2}} y_{г_2}(t)\right)^2}; \quad (5)$$

$$a_{пол}(T_{г_1}, T_{г_2}, \alpha_{г_1}, \alpha_{г_2}, t) = \sqrt{[\dot{y}_{г_1}^*(t) + \dot{y}_{ог_1}^*(t)]^2 + [\dot{y}_{г_2}^*(t) + \dot{y}_{ог_2}^*(t)]^2}.$$

Таблица 1

Максимальные значения перемещений и ускорений осциллятора
(T —в сек. y —в см, $\dot{y}$ —в см/сек²)

$T_{г_1} = T_{г_2}$	Акселерограмма № 1									Акселерограмма № 4								
	По составляющей Г 30			По составляющей Г 60			При совместном учете			По составляющей Г 20			По составляющей Г 70			При совместном учете		
	$f_{г_1}^{max}$	$y_{г_1}^{max}$	$\dot{y}_{г_1}^{max}$	$f_{г_2}^{max}$	$y_{г_2}^{max}$	$\dot{y}_{г_2}^{max}$	$f_{вол}^{max}$	$y_{вол}^{max}$	$\dot{y}_{вол}^{max}$	$f_{г_1}^{max}$	$y_{г_1}^{max}$	$\dot{y}_{г_1}^{max}$	$f_{г_2}^{max}$	$y_{г_2}^{max}$	$\dot{y}_{г_2}^{max}$	$f_{вол}^{max}$	$y_{вол}^{max}$	$\dot{y}_{вол}^{max}$
0,10	2,77	0,06	226	2,61	0,04	162	2,77	0,064	254	1,83	0,04	145	1,94	0,04	161	1,94	0,04	161
0,15	2,79	0,13	221	3,06	0,16	280	3,05	0,171	303	1,86	0,09	160	1,97	0,11	197	1,96	0,124	219
0,20	2,81	0,22	218	3,08	0,19	188	3,09	0,277	275	1,98	0,20	198	1,99	0,22	220	1,98	0,298	296
0,25	3,53	0,29	184	3,73	0,36	226	2,83	0,413	262	1,10	0,29	167	3,00	0,34	214	2,16	0,579	241
0,30	2,85	0,24	208	0,94	0,54	238	2,85	0,579	255	1,14	0,40	215	2,34	0,34	150	1,13	0,526	238
0,35	1,25	0,54	174	0,99	0,55	177	3,60	0,639	207	1,17	0,56	182	2,77	0,45	146	1,17	0,635	206
0,40	2,31	0,82	203	3,15	0,68	170	2,13	0,852	212	1,19	0,69	172	2,80	0,42	105	1,19	0,729	181
0,45	1,33	0,87	170	2,21	0,46	91	1,32	0,873	171	1,22	0,92	152	2,65	0,59	115	1,21	0,868	170
0,50	1,37	1,00	158	4,08	0,56	89	1,36	1,012	160	1,25	0,90	142	2,05	0,65	104	1,52	1,002	159
0,55							3,17	1,336	176							1,84	1,221	161
0,60	3,60	1,14	153	4,15	1,38	153	3,24	1,774	196	1,62	1,16	129	2,12	0,82	93	1,61	1,258	139
0,70							2,18	1,752	142							1,89	1,22	99
0,90							4,26	2,369	116							1,73	1,22	60
1,0	4,39	2,19	87	6,70	0,75	30	4,39	2,201	87	1,77	1,18	47	1,65	0,94	38	1,76	1,37	53
1,4							6,03	2,513	51							1,43	2,32	47
1,8							5,61	3,018	37							1,50	2,71	33
2,0	5,73	2,81	28	1,29	1,47	15	5,76	2,842	28	1,58	2,10	21	2,52	2,11	21	2,56	2,82	28
2,5	3,65	2,88	18	1,33	2,30	14	3,59	2,957	19	1,85	1,89	13	4,15	3,34	21	4,17	3,37	21
3,0	5,23	4,31	19	1,36	2,97	13	6,24	4,468	19	3,87	2,51	11	4,50	4,00	18	4,48	4,02	18

где $T_{r_1} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{c_{r_1}}}$, $T_{r_2} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{c_{r_2}}}$ — периоды свободных колебаний осциллятора в направлении y_{r_1} и y_{r_2} . Как уже отметили выше, моменты наступления максимумов $y_{r_1}(t)$ и $y_{r_2}(t)$ не совпадают, поэтому истинный максимум полных перемещений, скоростей и ускорений линейного осциллятора можно найти только путем их суперпозиции по формулам (5). Принимая в первом приближении $T_{r_1} = T_{r_2}$, что имеет место для большинства зданий в основном претерпевающих деформации сдвига, получены максимальные значения полных перемещений и ускорений (табл. 1). Данные табл. 1 показывают, что максимальные значения полных ускорений и перемещений для отдельных зданий ($T_{r_1} = T_{r_2}$) до двух раз больше значений по отдельным составляющим, а для большинства $T_{r_1} \neq T_{r_2}$ на 20—30% больше, чем наибольшее из двух максимальных значений по отдельным составляющим. Поэтому, чтобы получить истинные спектры, необходимо учитывать обе составляющие горизонтальных ускорений грунта. О необходимости учета двух составляющих ускорений грунта при разработке количественных основ сейсмической шкалы отмечено А. Г. Назаровым (3).

В заключении отметим, что маятники сейсмометров АИС-2, конструкции А. Г. Назарова и СБМ конструкции С. В. Медведева, которыми в настоящее время оснащаются сейсмометрические станции СССР, обладают именно таким свойством, т. е. они записывают смещения системы с одной степенью свободы с учетом двух горизонтальных составляющих грунта. Поэтому при сравнении спектров, полученных при помощи сейсмометров и на основании акселерограммы или сейсмограммы необходимо учитывать вышеприведенную корректировку для отдельных маятников.

Армянский НИИ стройматериалов
и сооружений

Է. Ն. ԽԱՉԻՅԱՆ

Ակսելերոգրամների տարրեր բաղադրիչներով և երկու հորիզոնական պրոեկցիաների հաշվառմամբ կառուցված սեյսմիկ սպեկտրների մասին

Հողվածում ուսումնասիրվում են ուժեղ երկրաշարժերի ժամանակ զենիթ արագացման երկու հորիզոնական և վերտիկալ զրանգումների հիման վրա ստացված արագացումների և տեղափոխությունների սպեկտրների համեմատական ուսումնասիրությունները: Ստացված արդյունքները բերված են նկ. 1—2: Տարրեր պրոեկցիաներով առաջացած մաքսիմալ արագացումները և տեղափոխությունները ստացվում են տարրեր ժամանակներում: Նրանք տարրերվում են նաև բացարձակ արժեքներով: Վերտիկալ պրոեկցիայով առաջացած արագացումների տեղափոխությունների մեծությունները, միջին հաշվով, 2 անգամ փոքր են քան հորիզոնական պրոեկցիաներով առաջացածները: Բայց քանի որ վերտիկալ ուղղությամբ կառուցվածքները միշտ ավելի կոշտ են քան հորիզոնական ուղղությամբ, ապա միևնույն կառուցվածքում վերտիկալ ուղղությամբ առաջացած արագացումները կարող են նշանակալից չափով գերազանցել հորիզոնական ուղղությամբ առաջացածներին:

Հողվածում ստացված են երկու հորիզոնական պրոեկցիաների հաշվառմամբ արագացումների

և տեղափոխությունների սպեկտրները և նրանք համեմատված են առանձին պրոկցիաներով ստացվածների հետ: Ստացված արդյունքները ցույց են տալիս, որ խզական սպեկտրի օրդինատները արոշ կառուցվածքների համար մինչև 2 անգամ մեծ են, քան առանձին պրոկցիաներով ստացված սպեկտրների օրդինատները:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Շ Ի Ն Ա Ր Ե Ր Ն

- 1 С. В. Медведев. Инженерная сейсмология, Госстройиздат, М., 1962. 2 Э. Е. Хачиян. «Известия АН Армянской ССР» (серия техн. наук), т. 15, № 3 (1962) 3 А. Г. Назаров. «Известия АН Армянской ССР» (серия техн. наук), т. XXIII, № 3 (1970)

УДК 621.375

ФИЗИКА

А. О. Мелikian

Когерентное резонансное рассеяние немонохроматического импульса на атоме

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Миквеляном 1/IX 1970)

Рассмотрим атом, на котором рассеивается импульс с несущей частотой ω и спектральной шириной Γ . Пусть частота ω такова, что

$$\frac{\omega - \omega_0}{\omega} \ll 1, \quad (1)$$

где

$$\omega_0 = \frac{1}{\hbar} (E_2 - E_1), \quad (2)$$

E_1 и E_2 — энергии каких-либо двух уровней атома, между которыми разрешен дипольный переход. Если, к тому же

$$\Gamma \gg T^{-1}, \quad (3)$$

где T — время релаксации для уровня E_2 (для простоты считаем уровень E_1 бесконечно узким), можно ограничиться двухуровневым приближением и написать уравнения для атомных амплитуд ($\hbar = c = 1$)

$$i\dot{a}' = Vc(t)e^{i\omega t}b', \quad i\dot{b}' = \omega_0 b' + V^*c(t)a'. \quad (4)$$

Здесь принято, что $E_1 = 0$. Обозначения следующие: $V = -\frac{1}{2} E_0 d_{12}$,

где E_0 — амплитуда напряженности электрического поля падающего импульса, d_{12} — дипольный момент перехода, $c(t)$ определяет форму импульса, причем если $\Gamma \rightarrow 0$ $c(t) = 1$, a' и b' — амплитуды основного и возбужденного состояний соответственно. После подстановки

$$b' = e^{-i\omega_0 t}b, \quad a' = a \quad (5)$$

уравнения (4) принимают вид:

$$i\dot{a} = Vcb, \quad i\dot{b} = -\epsilon b + V^*ca, \quad \epsilon = \omega - \omega_0. \quad (6)$$

Спектр рассеянного излучения определяется Фурье-компонентой тока

$$f(\omega_k) = 2i \int_{-\infty}^{\infty} e^{i(\omega_k - \omega)t} a^*(t) b(t) dt. \quad (7)$$

Рассмотрим некоторые решения уравнений (6).

а) Пусть $\nu = 0$. Тогда, считая V действительным и положительным, так как фаза матричного элемента легко исключается из уравнений, получаем

$$f(\omega_k) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{i(\omega_k - \omega)t} \sin \left(2V \int_{-\infty}^t c dt' \right) dt. \quad (8)$$

Рассмотрим крылья рассеянного спектра $|\omega_k - \omega| \gg V, \Gamma$. После однократного интегрирования по частям будем иметь:

$$\begin{aligned} f(\omega_k) &= \lim_{t \rightarrow \pm\infty} \frac{e^{i(\omega_k - \omega)t}}{i(\omega_k - \omega)} \cdot \sin \left(2V \int_{-\infty}^t c dt' \right) - \\ &- \frac{2V}{i(\omega_k - \omega)} \int_{-\infty}^{\infty} e^{i(\omega_k - \omega)t} c(t) \cos \left(2V \int_{-\infty}^t c dt' \right) dt. \end{aligned} \quad (9)$$

Если $c(t)$ имеет непрерывные производные всех порядков, второй член в правой части (9) экспоненциально мал, и рассеяние определяется первым членом. При выполнении условия

$$2V \int_{-\infty}^{\infty} c dt = d_{12} \int_{-\infty}^{\infty} E dt = \pi n, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (10)$$

рассеяние на крыльях спектра сильно подавлено. Перейдем к рассмотрению центра линии. При $\omega_k = \omega$ $f(\omega_k)$ имеет особенность вследствие пренебрежения шириной уровня E_x . Эта особенность исчезает, если $a(\infty)$ либо $b(\infty)$ обращаются в нуль (принимая, что при больших t $c(t)$ спадает экспоненциально). Условия $a(\infty) = 0$ либо $b(\infty) = 0$ совпадают с (10). Следовательно при этом подавляется рассеяние и в центре линии. После простых преобразований можно $f(\omega)$ привести к виду:

$$f(\omega) = 2 \sin \left(V \int_{-\infty}^{\infty} c dt \right) \int_0^{\infty} \cos \left(2V \int_0^t c dt' \right) dt. \quad (11)$$

Отсюда следует, что рассеяние в центре полностью исчезает, если

$$V \int_{-\infty}^{\infty} c dt = \frac{1}{2} d_{12} \int_{-\infty}^{\infty} E dt = \pi n, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (12)$$

Промежуточные участки спектра рассмотрим в приближении $V \gg \Gamma$. Для частот $\omega_k \sim \omega \pm 2V$ приближенное интегрирование дает

$$f(\omega_k) = \pm \frac{2\sqrt{\pi}i}{(VT^2)^{1/2}} \cdot \Phi \left| \frac{\omega - \omega_k \pm 2V}{(VT^2)^{1/2}} \right|, \quad (13)$$

где $\Phi(x)$ — функция Эйри. Верхний знак относится к случаю $\omega_k \sim \omega + 2V$, нижний — $\omega_k \sim \omega - 2V$. Кроме того, принято, что $c(0) = 1$, $\dot{c}(0) = 0$, $\ddot{c}(0) = -\Gamma^2$. Формула (13) применима, если

$$|\omega_k - \omega| - 2V \ll (60V^{3/2}\Gamma)^{2/5}. \quad (14)$$

Таким образом, при выполнении условий (10) или (12) рассеянный спектр имеет два максимума при $\omega_k \sim \omega \pm 2V$ с ширинами $\left(\frac{V}{\Gamma}\right)^{1/3} \Gamma$.

Интересно отметить, что, если потребовать, чтобы

$$2ia^*b = i\epsilon, \quad (15)$$

где λ — постоянная, спектр рассеянного излучения совпадает со спектром вынуждающего поля. При этом

$$c(t) = \operatorname{sech} 2Vt, \quad \lambda = 1. \quad (16)$$

Эти результаты тесно связаны с выводами работы (1), где, однако, не исследуется спектр.

б) Допустим при $\epsilon = 0$ $c(t)$ имеет вид:

$$c(t) = \cos \Omega t. \quad (17)$$

Тогда, используя известные формулы теории бесселевых функций, получим:

$$f(\omega_k) = -8\pi i \sum_{\nu=-\infty}^{+\infty} J_{2\nu+1}\left(\frac{2V}{\Omega}\right) \delta[\omega_k - \omega_0 + (2\nu+1)\Omega], \quad (18)$$

где $J_m(x)$ — функция Бесселя, ν пробегает целочисленные значения, $\delta(x)$ — дельта-функция Дирака. Спектр вынуждающего поля содержит две частоты $\omega_0 \pm \Omega$. В рассеянном спектре при $V \ll \Omega$ существенны только эти частоты. При $2\frac{V}{\Omega} \approx 3,83 + n\pi$, где n — целое число, они исчезают. В предельном случае $V \gg \Omega$ все частоты в участке $|\omega_k - \omega| \ll V$ имеют одинаковую интенсивность, которая при $2\frac{V}{\Omega} = n\pi + \frac{\pi}{4}$, где n — целое, равна нулю, а максимум приходится на частоты $\omega_k \sim \omega_0 \pm 2V$. Интенсивность удаленных участков спектра $|\omega_k - \omega_0| \gg V$ всегда экспоненциально мала.

в) Наконец, рассмотрим случай $\epsilon \neq 0$ и $c = \operatorname{sech} \Omega t$. Сделав в урав-

нениях (6) подстановку $y = \frac{1}{2}(1 + t h 2t)$, находим решения в виде гипергеометрических функций

$$a = F(\alpha, \beta, \gamma, y), \quad b = \frac{V}{i\Omega + \varepsilon} \cdot \frac{1}{\operatorname{ch} 2t} F(\alpha + 1, \beta + 1, \gamma + 1, y), \quad (19)$$

где

$$\alpha = -\beta = \frac{V}{\Omega}, \quad \gamma = \frac{1}{2} - \frac{i\varepsilon}{2\Omega}. \quad (20)$$

Исследование $f(\omega_k)$ в общем случае довольно сложно, поэтому ограничимся следующими рассуждениями. Как и в случае а), $f(\omega_k)$ имеет особенность при $\omega_k = \omega_0$, которая исчезает, если $a(\infty)$ либо $b(\infty)$ обращаются в нуль.

$$a(\infty) = \frac{\Gamma^2(\gamma)}{\Gamma(\gamma - \alpha)\Gamma(\gamma + \alpha)}, \quad b(\infty) = b_1 e^{i\pi\alpha} \sin \pi\alpha. \quad (21)$$

Здесь $\Gamma(x)$ — гамма-функция, b_1 — константа, не зависящая от интенсивности. Видно, что $a(\infty)$ в нуль не обращается. Действительно, используя свойства Γ -функции, можно получить

$$|a(\infty)| = \frac{\pi}{\sqrt{2}} |\Gamma(\gamma)|^2 \sqrt{\cos 2\pi\alpha + \operatorname{ch} \frac{\pi\varepsilon}{\Omega}}. \quad (22)$$

Амплитуда $b(\infty)$ обращается в нуль при целых α , т. е. при

$$d_{12} \cdot \int_{-\infty}^{\infty} E dt = 2\pi n, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (23)$$

Если это условие выполняется, рассеяние на резонансной частоте оказывается подавленным. Кроме того, при $\alpha = 1$ исчезает компонента на трехфотонной частоте $\omega + \varepsilon$ (²). Действительно, в этом случае имеем:

$$|f(\omega_k)|^2 = \left(\frac{\omega_k - \omega - \varepsilon}{\varepsilon^2 + \Omega^2} \right)^2 \sec^2 \frac{\pi}{2\Omega} (\omega_k - \omega). \quad (24)$$

В наличии спектральной компоненты на трехфотонной частоте при $\alpha \neq 1$ можно убедиться хотя бы во втором исчезающем приближении теории возмущений.

В заключение выражаю благодарность чл.-корр. АН Армянской ССР М. Л. Тер-Микаеляну за обсуждения.

Институт физических исследований
Академии наук Армянской ССР

Ոչմոնոխրոմատիկ իմպուլսի ուղեղանոսային կոհերենտ ցրումն ատոմի վրա

Դիտարկված է ոչմոնոխրոմատիկ իմպուլսի ցրումն ատոմի վրա ուղեղանոսային պայմաններում: Հետազոտված են հետևյալ դեպքերը. երբ իմպուլսի տանող հաճախությունը հավասար է ատոմային հաճախությանը, երբ իմպուլսն ունի երկու տանող հաճախություն, իսկ ատոմայինը զտեղում է նրանց մեջտեղում, և երբ իմպուլսն ունի հիպերբոլական սեկանսի տեսք: Ստացված է զրկած լույսի սպեկտրի կախումն իմպուլսի պարամետրերից: Արդյունքները ցույց են տալիս, որ ցրման ամպլիտուդը չափ զգայուն է իմպուլսի մակերեսի նկատմամբ և վերջինիս որոշ առ-
մեքների դեպքում ուղեղանոսային հաճախության վրա ցրում տեղի չի ունենում:

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

¹ B. L. McColl, E. L. Hahn, Phys. Rev. Letts, 18, 908 (1967). ² Մ. Ն. Тер-Мук-
селян, А. О. Меликян, ЖЭТФ, 58, 281 (1970).

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

УДК 513.7+546.49+667.622

Член корреспондент АН Армянской ССР В. М. Тараян, Е. Н. Овсепян, С. П. Лебедева

Экстракция ионных ассоциатов галогенидных комплексов ртути (II)
 с метиловым зеленым

(Представлено 23/IV 1970)

Известно, что многие органические основания—амины, основные красители—могут присутствовать в виде катионов HV^+ и соединяться с различными неорганическими анионами с образованием соединений, растворимых в органических растворителях.

В качестве подобных основных красителей широкое применение нашли многочисленные трифенилметановые, ксантеновые, тиазиновые и другие красители.

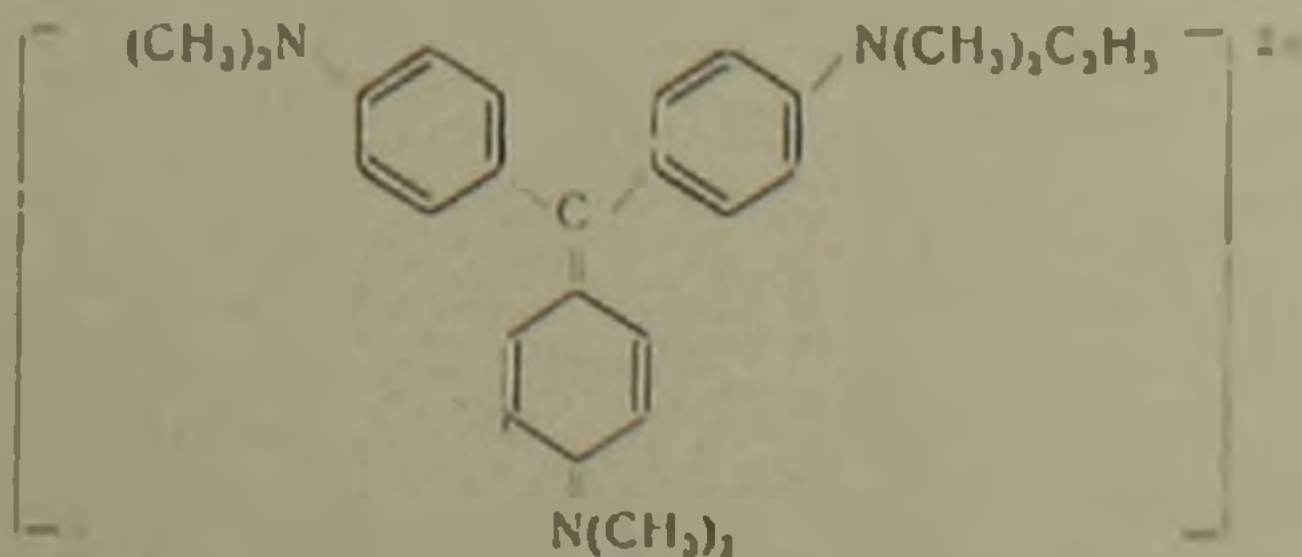
В отличие от других неорганических анионов экстракция галогенидных комплексов ртути (II) в виде их соединений (ионных ассоциатов) с катионами основных красителей мало изучена (1). Нижеприведенное исследование посвящено изучению особенностей экстракции хлоридного и бромидного ацидокомплексов ртути (II) в присутствии трифенилметанового красителя—метилового зеленого.

Рабочий раствор ртути (II) готовили разбавлением исходного раствора, титр которого устанавливали по точной навеске гарантийного препарата хлорида натрия с индикатором дифенилкарбазидом, а также потенциометрически.

Кислотность водной фазы регулировали добавлением разбавленной соляной и бромистоводородной кислот, а концентрацию аниона-аддента добавлением хлорида натрия или бромида калия.

Раствор красителя* готовили растворением навески в подогретой до 50—55° дистиллированной воде.

* Краситель марки Reanal Colour Index № 12590, катион которого имеет строение:



Органические растворители дополнительной очистке не подвергались.

Равновесное значение pH в водной фазе измеряли стеклянным электродом (потенциометр ЛПУ—01). Значение оптических плотностей измеряли на спектрофотометре СФ—4А.

В качестве экстрагентов были испытаны органические растворители: углеводороды, спирты, простые и сложные эфиры, галоидопроизводные углеводородов, а также нитробензол.

Экстракция хлоридного ацидокомплекса ртути (II) основным красителем метиловым зеленым. Наиболее эффективным экстрагентом для извлечения соединения хлоридного аниона ртути с катионом метилового зеленого оказался бензол.

Последний почти не экстрагировал простую соль реагента ($D_{640} = 0,05—0,07$) и одновременно обеспечивал заметно высокую оптическую плотность экстракта исследуемого соединения (рис. 1).

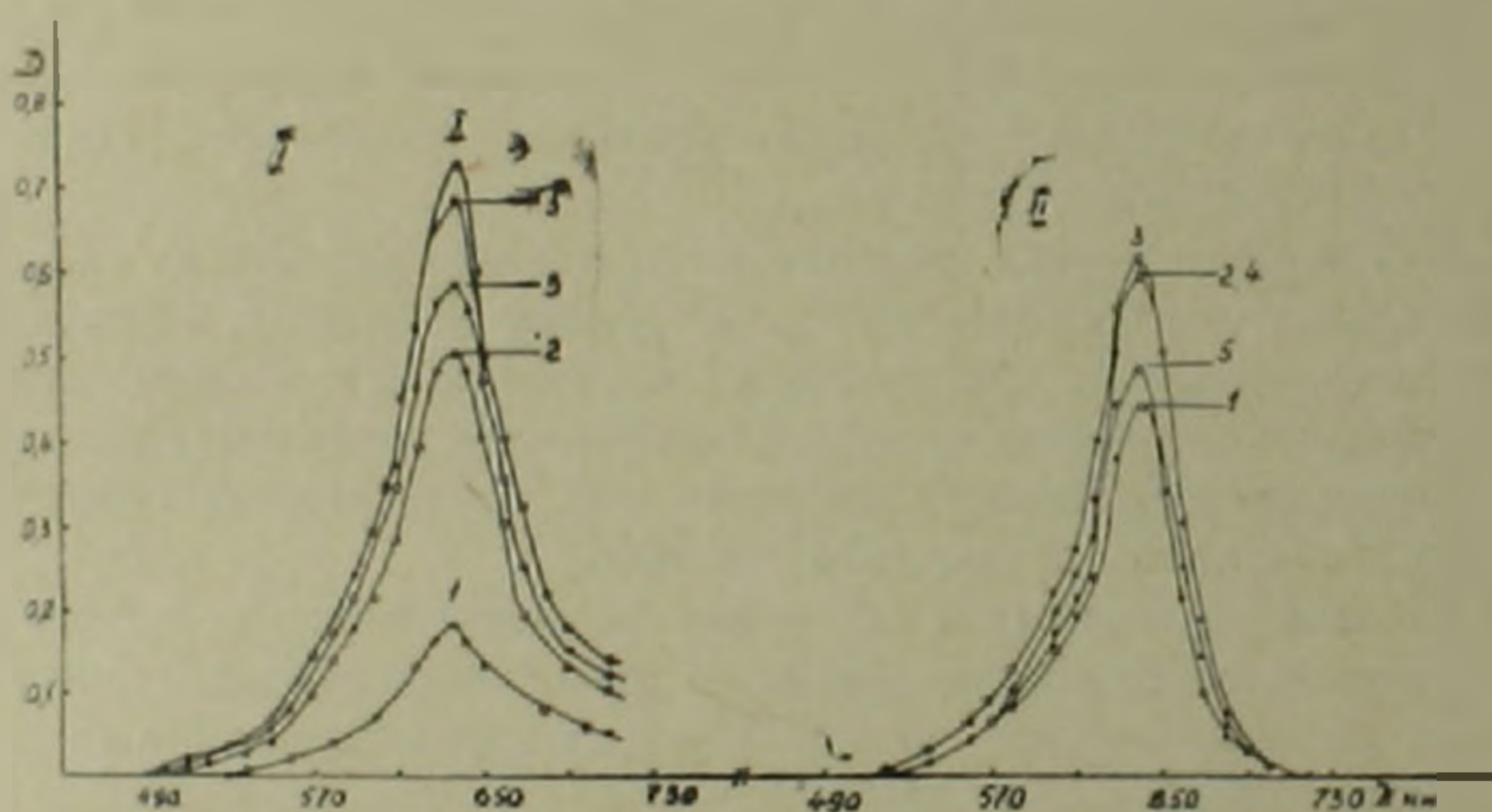


Рис. 1. I. Спектры поглощения бензольных экстрактов соединения хлоридного ацидокомплекса ртути (II) с метиловым зеленым в зависимости от кислотности водной фазы (1—pH 0,7; 2—pH 1,35; 3—pH 1,55; 4—pH 2,25; 5—pH 3,0), снятые относительно экстрактов „холостого“ раствора. $[Hg^{2+}] = 0,6517 \cdot 10^{-5}$ М. $l = 1$ см. II. Спектры поглощения толуольных экстрактов соединения бромидного ацидокомплекса ртути (II) с метиловым зеленым в зависимости от кислотности водной фазы (1—pH 0,5; 2—pH 0,9; 3—pH 1,16; 4—pH 1,56; 5—pH 2,29), снятые относительно экстрактов „холостого“ раствора $[Hg^{2+}] = 0,5586 \cdot 10^{-5}$ М. $l = 1$ см.

Максимум светопоглощения экстрактов тройного соединения и реагента наблюдается при одной и той же длине волны 640 нм. Методом повторной экстракции было установлено, что для полного извлечения образующегося ионного ассоциата в органическую фазу, достаточно однократной экстракции в течение трех минут.

Оптимальное соотношение фаз равно 1:1, объем каждой из них 10 мл. Максимальное и постоянное значение оптической плотности наблюдается в сравнительно узком интервале значений pH 2,2—2,4. Для

стабилизации концентрации хлор-иона в водной фазе в систему вводили хлорид натрия, оптимальный интервал концентрации которого равен: $1,2 \cdot 10^{-2}$ — $1,8 \cdot 10^{-2}$ М. В нижеописанных опытах применены $1,5 \cdot 10^{-2}$ М по хлориду натрия растворы.

Количественное извлечение тройного соединения ртути (II) в органическую фазу имеет место в интервале концентрации реагента-красителя $8,10 \cdot 10^{-4}$ — $2,4 \cdot 10^{-3}$ М. Примененная в дальнейшем рабочая концентрация реагента — $1,02 \cdot 10^{-3}$ М.

Оптическая плотность экстрактов зависит и от порядка сливания растворов. К раствору ртути (II) приливали необходимое количество разбавленной соляной кислоты, 1,5 мл 0,1 н раствора хлорида натрия, 2,5 мл 0,2%-ного раствора метилового зеленого, 10 мл бензола и непосредственно после сливания раствор встряхивали 3 минуты. Оптическая плотность экстрактов в первые 18—22 минуты после разделения фаз несколько изменяется, поэтому соответствующие измерения проводили, спустя 22—25 минут. По истечении этого промежутка времени оптическая плотность исследуемых экстрактов остается практически постоянной в течение 20 часов. Калибровочные графики были сняты в оптимальных условиях экстракции при эффективной длине волны. При этом подчиняемость основному закону фотометрии соблюдается в интервале концентрации 0,20—6,0 мкг Hg/мл водной фазы.

Среднее значение кажущегося коэффициента молярного погашения экстракта исследуемого соединения $\bar{\epsilon}_{440} = 1,09 \cdot 10^3$.

Молярное отношение компонентов в образующемся соединении было установлено четырьмя независимыми спектрофотометрическими методами (при оптимальной кислотности).

Из изомолярной диаграммы «состав-оптическая плотность» следует, что экстремальной точке соответствует отношение стехиометрических коэффициентов реагирующих веществ, равное 1:2 (рис. 2, а).

Кривые зависимости $\frac{1}{V_R^n} = f\left(\frac{1}{m_0 f}\right)$ (2), построенные для значений „n“, равных 1 и 2 и представленные на рисунке 2б, показывают, что только $n = 2$ удовлетворяет требованию прямолинейности (рис. 2, б). Аналогичные результаты были получены методом сдвига равновесия (рис. 2, в) и методом молярных отношений.

Как следует из приведенных данных, в условиях оптимальной кислотности (рН = 2,25), хлоридный ацидокомплекс ртути (II) взаимодействует с катионом метилового зеленого в отношении 1:2. Однако, как показали дальнейшие исследования, при отклонении от оптимальной кислотности отношение компонентов в соединении изменяется. Так при значениях рН 1,05—1,55 и ниже, отношение компонентов в соединении, определенное теми же методами, оказалось равным 1:1 (рис. 3, 4). Такое изменение в составе образующегося соединения, в связи с изменением кислотности, можно было бы объяснить протонизацией красителя. Второе из возможных толкований: из находящихся в равновесии хлоридных анионов ртути (II) с катионом красителя в оптимальных условиях кислотности (рН = 2,25) взаимодействует HgCl_2^- анион, а при

более высокой кислотности (рН 1,0) создаются условия для взаимодействия красителя с HgCl_2^- - анионом.

Это второе из возможных толкований было экспериментально проверено. С этой целью полученные экстракты выпаривали на водяной бане, сухой остаток растворяли в дистиллированной воде в присутствии 3—4 капель концентрированной HNO_3 . Хлоридный комплекс разлагали цементацией ртути на меди, а концентрацию освободившегося хлор-

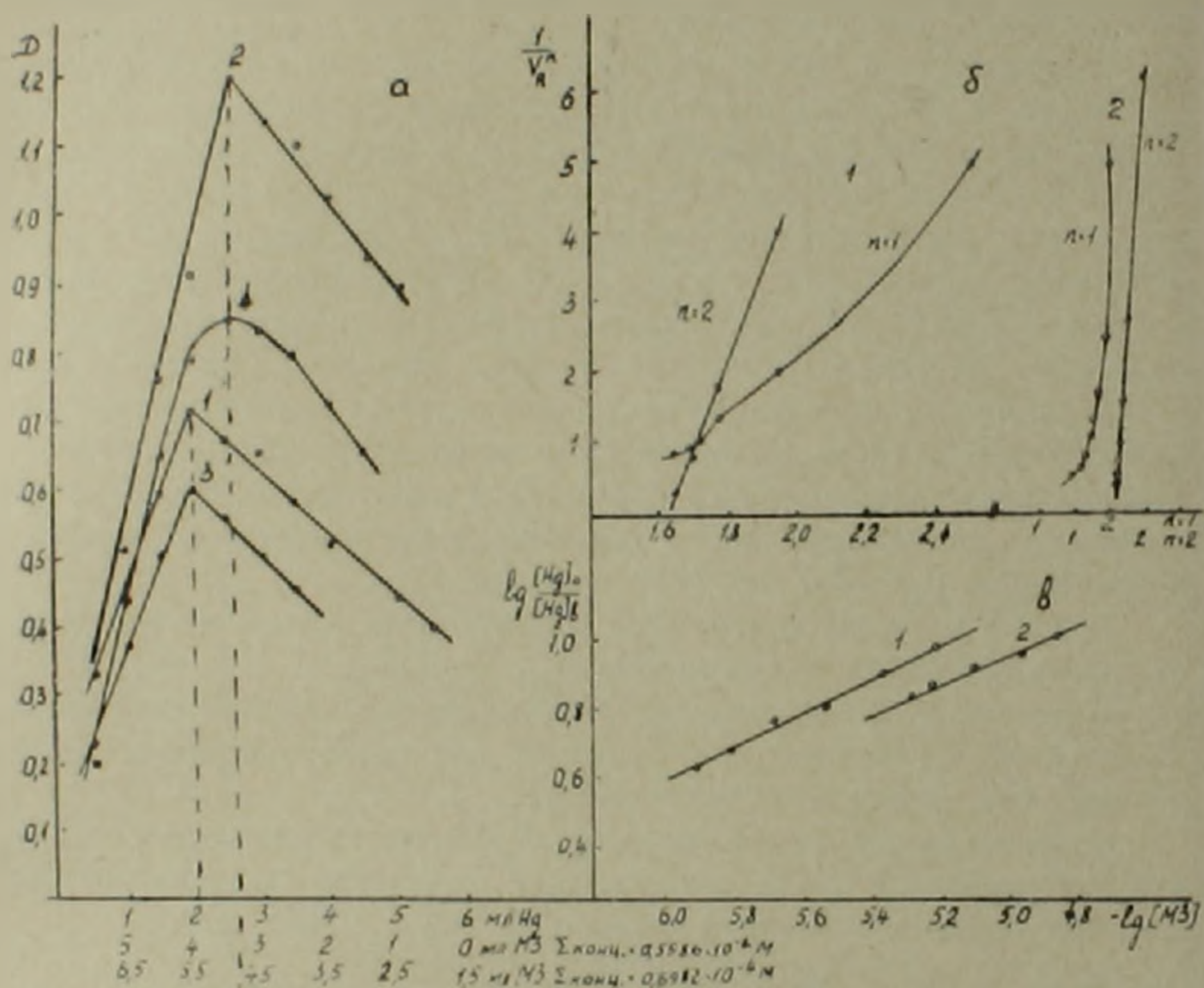


Рис. 2. Определение молярного отношения компонентов: а) изомолярной диаграммой «состав-оптическая плотность» систем: 1,2-метилловый зеленый-хлоридный ацидокомплекс ртути (II) (рН 2,25); 3,4-метилловый зеленый-бромидный ацидокомплекс ртути (II) (рН 1,16); суммарные концентрации: 1,3— $0,5586 \cdot 10^{-4}$ М; 2,4— $0,6982 \cdot 10^{-4}$ М; 1,2— $l=1$ см; 3,4— $l=0,5$ см; б) методом прямой линии в соединениях: 1—хлоридного (рН 2,25); 2—бромидного (рН 1,16) ацидокомплексов ртути (II) с метилловым зеленым, $l=1$ см; в) методом сдвига равновесия в соединениях: 1—хлоридного (рН 2,25); 2—бромидного (рН 1,16) ацидокомплексов ртути (II) с метилловым зеленым $l=1$ см

иона определяли амперометрически*. Полученные данные четко воспроизводятся и свидетельствуют о том, что при оптимальной кислотности (рН=2,25) ртуть извлекается в органическую фазу в виде HgCl_2^- - аниона. С повышением кислотности до рН 1,55—1,05 экспери-

* Сухой остаток «холостого», проанализированный аналогичным образом на содержание хлор-иона, дал отрицательный результат.

ментальные данные свидетельствуют об извлечении в экстракт HgCl_2^- -аниона.

Таким образом правильность результатов, полученных спектрофотометрическими методами, подтверждается. В условиях оптимальной кислотности однозарядный катион красителя извлекается HgCl_2^- .

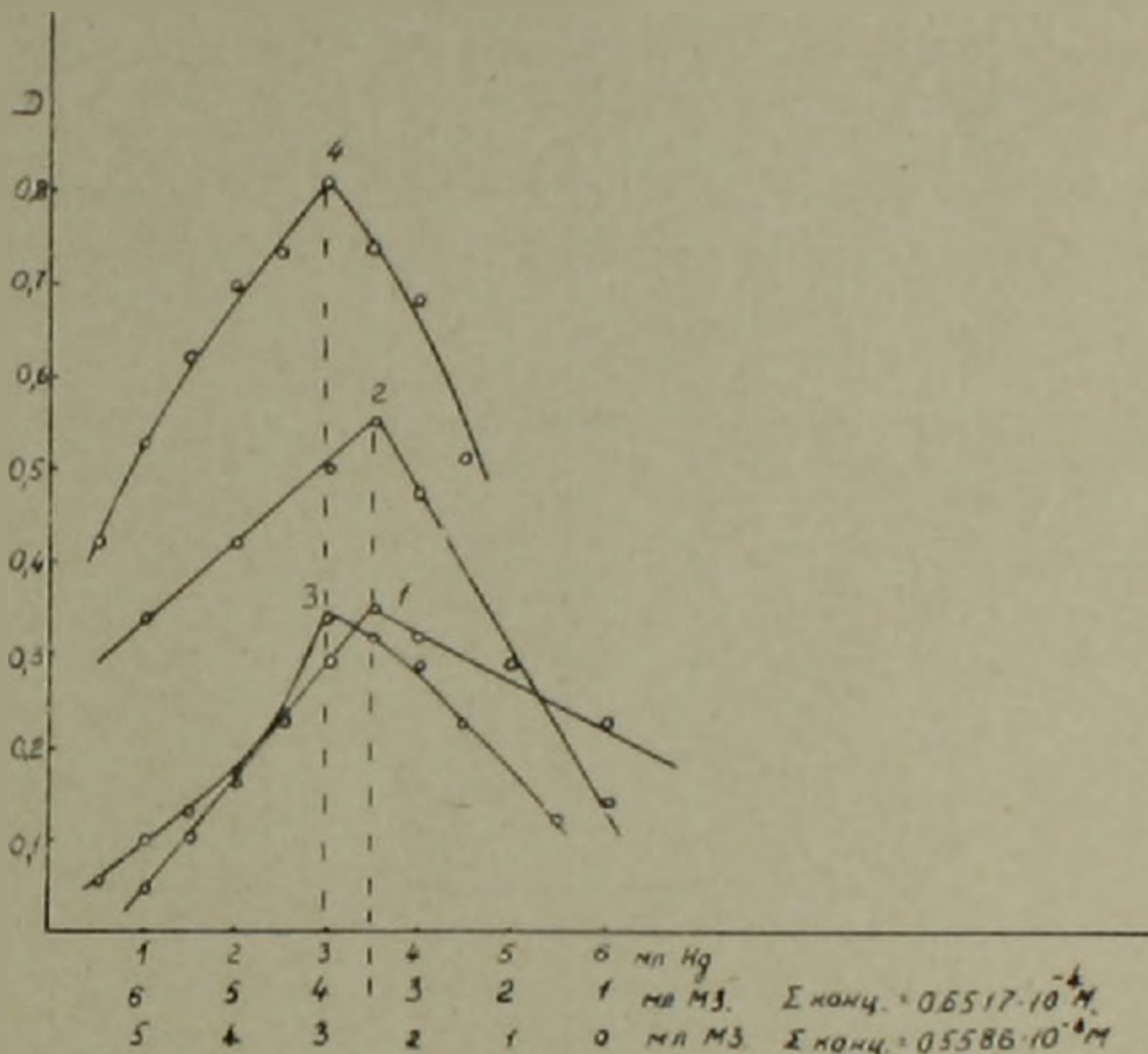


Рис. 3. Определение молярного отношения компонентов в соединениях хлоридного (1—рН 1,05; 2—рН 1,55) и бромидного (3—рН 0,5; 4—рН 0,34) ацидокомплексов ртути (II) с метиловым зеленым методом изомолярной диаграммы «состав-оптическая плотность». Суммарные концентрации: 1,2— $0,6517 \cdot 10^{-4} \text{M}$; 3,4— $0,5586 \cdot 10^{-4} \text{M}$. $l=1 \text{ см}$

-анионом в отношении 2:1. При повышении кислотности в образовании ионного ассоциата принимает участие HgCl_2^- -анион, т. е. отношение компонентов в образующемся соединении равно 1:1.

Экстракция бромидного ацидокомплекса ртути (II). Из испытанных органических растворителей, для извлечения бромидного ацидокомплекса ртути (II) наиболее пригодным оказался толуол. Спектр поглощения полученного экстракта характеризуется полосой поглощения в области спектра 640 нм (рис. 1, кр. II). Ионный ассоциат бромидного ацидокомплекса ртути (II) с метиловым зеленым переходит в органическую фазу практически количественно однократной трехминутной экстракцией (отношение фаз 1:1, объем каждой из них—10 мл).

Извлечение ацидокомплекса ртути (II) в органическую фазу сильно зависит от кислотности водной фазы. Однако в отличие от хлоридной

системы интервал оптимальной кислотности заметно шире: pH 1,0—1,5. Оптическая плотность экстракта тройного соединения достигает своего максимального значения и практически постоянна при концентрации бром-иона равной $0,75 \cdot 10^{-2}$ — $1,25 \cdot 10^{-2}$ М. Рабочей концентрацией была принята $1 \cdot 10^{-2}$ М концентрация бромида калия.

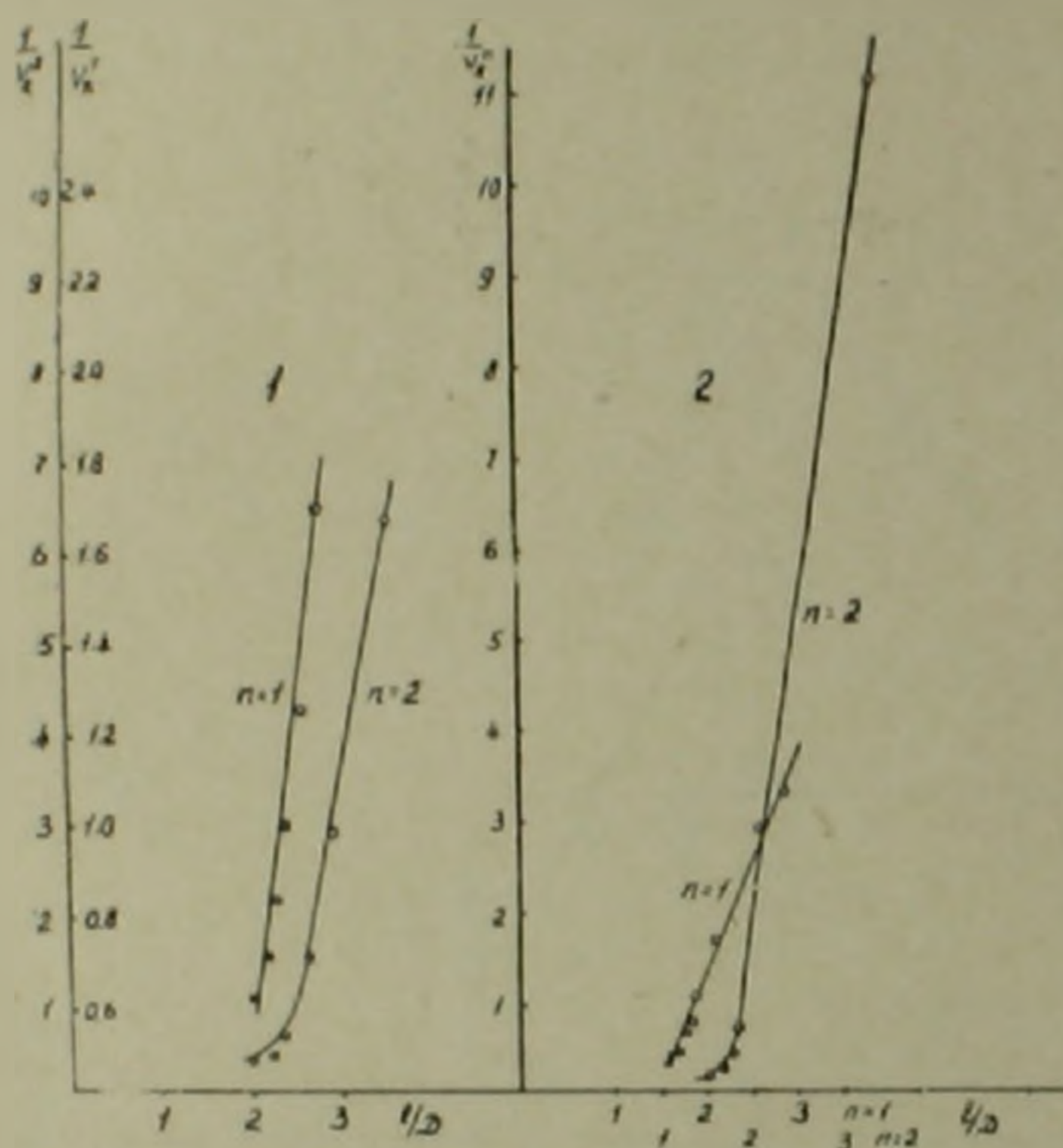


Рис. 4. Определение молярного отношения компонентов в соединениях: 1—хлоридного (pH 1,55); 2—бромидного (pH 0,7) ацидокомплексов ртути (II) с метиловым зеленым методом прямой линии $l=1$ см

Интервал оптимальной концентрации реагента $8,10 \cdot 10^{-4}$ — $1,20 \cdot 10^{-3}$ М. В последующих опытах была применена $1,02 \cdot 10^{-3}$ М концентрация метилового зеленого. Порядок сливания растворов, продолжительность встряхивания и постоянство значений оптической плотности экстрактов те же, что и для хлоридной системы.

Прямая пропорциональность между концентрацией Hg^{2+} и оптической плотностью экстракта соблюдается в интервале $0,2$ — $8,6$ мкг $\text{Hg}/\text{мл}$ водной фазы. Среднее значение кажущегося коэффициента молярного погашения экстрактов $\bar{\epsilon}_{610} = 1,05 \cdot 10^3$.

Молярное отношение компонентов в экстрагируемом тройном соединении было установлено методом изомолярных серий (рис. 2,а), методом прямой линии (рис. 2,б) и методом сдвига равновесия (рис. 2,в). Все упомянутые спектрофотометрические методы привели к однозначным результатам; т. е. молярное отношение компонентов в экстрагируемом толуолом соединении при оптимальной кислотности (pH=1,16) оказалось равным—ацидокомплекс ртути (II): катион красителя=1:2.

Уточнение природы бромидного аниона ртути (II), извлекаемого в этих условиях толуолом, было осуществлено вышеописанным методом. При этом было установлено, что в органическую фазу, как один из компонентов, составляющих ионный ассоциат, извлекается HgBr_4^{2-} -анион.

Подобно хлоридной системе стехиометрический коэффициент при взаимодействии катиона реагента с ацидокомплексом ртути (II) с повышением кислотности ($\text{pH}=0,6$) становится равным 1:1 (рис. 3 и 4). Соответствующим экспериментом установлено, что в органическую фазу ион ртути (II) и бром-ион извлекаются в отношении 1:3.

Изучено влияние различных катионов и анионов на избирательность экстракции соединений галогенных комплексных анионов ртути (II) с метиловым зеленым.

Таблица 1

Влияние сопутствующих и посторонних элементов на избирательность экстракции галогенидных комплексных анионов ртути (II) с метиловым зеленым

Ион	$K_1 = \frac{[\text{ион}]^0}{[\text{HgCl}_4^{2-}]^{**}}$	$K_2 = \frac{[\text{ион}]^0}{[\text{HgBr}_4^{2-}]^{**}}$	Ион	K_1	K_2
Ca	107000	14000	Mn	1800	1600
Al	36000	3600	Fe(III)	800	8000
Zn	36000	11000	Pb	3,0	2,0
Co	36000	28000	Cl^-	—	53000
Ni	27000	11000	SO_4^{2-}	36000	27000
Cu	18000	700	PO_4^{3-}	18000	29000
Mg	5400	700	NO_3^-	1300	18000
Cd	4500	—			

Мешают золото (III), таллий (III), сурьма (III), свинец и в случае бромидной системы еще и кадмий.

Оба варианта, как хлоридный, так и бромидный, характеризуются узким интервалом оптимальной кислотности. Интервал концентрации ртути (II), при котором наблюдается подчиняемость основному закону фотометрии, в случае бромидной системы значительно шире.

Экстракты исследуемых соединений обладают высокой спектрофотометрической чувствительностью и превосходят значениями своих молярных коэффициентов светопоглощения почти все ранее описанные (¹).

Ереванский государственный
университет

* Концентрация постороннего иона, которая еще не мешает определению.

** $[\text{HgCl}_4^{2-}] = [\text{HgBr}_4^{2-}] = 5,586 \cdot 10^{-7} \text{ M}$.

Hg(II)-ի հալոգենիդային կոմպլեքսների մեքիլ կանաչի հետ առաջացրած իոնական ասոցիատների էֆաուրակցիան

Հետազոտված է Hg(II)-ի քլորիդային և բրոմիդային անիոնային կոմպլեքսների փոխազդեցությունը տրիֆենիլմեթանային ներկ մեքիլ կանաչի հետ:

Հետրված են էքստրագենները, որոշված են համապատասխան իոնական ասոցիատների առաջացման օպտիմալ պայմանները: Միացության էքստրակտների լուսակլանման մաքսիմալը երկու դեպքում էլ նկատվում է 640 նմ-ի տակ:

Քվադրդ մարման զորակիցների միջին արժեքները համապատասխանաբար հավասար են Hg(II)-ի քլորիդային անիոնային կոմպլեքսի առաջացրած միացության բենզոլային էքստրակտի դեպքում՝ $\epsilon_{640} = 109000$, իսկ Hg(II)-ի բրոմիդային անիոնային կոմպլեքսի առաջացրած միացության տուրուլային էքստրակտի դեպքում՝ $\epsilon_{640} = 105000$:

Օպտիմալ թթվության պայմաններում Hg(II)-ի աքիդոհալոգենիդային կոմպլեքսները փոխազդում են մեքիլ կանաչի հետ 1:2 հարաբերությամբ: Ջրային ֆազի թթվությանը բարձրացնելիս կոմպլեքսների հարաբերությունը դառնում է 1:1:

Փորձով հաստատված է, որ օպտիմալ պայմանների տակ մեքիլ կանաչի հետ փոխազդում է HgHal₂՝ կոմպլեքսային անիոնը, իսկ ջրային ֆազի ավելի բարձր թթվության դեպքում՝ HgHal₃՝ կոմպլեքսային անիոնը:

Ուսումնասիրված է ուղեկցող էլեմենտների ազդեցությունը:

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

- 1 М. П. Ананьевская, Труды совещания работников вузов и зав. лабораторий, РГУ, 1959, 303—306; М. П. Ананьевская, Труды Новочеркасского политехнического ин-та, 143, 3—9 (1963); E. L. Kolhny, Analys (94, 1116, 198—203 (1968); В. М. Тараян, Е. Н. Овсепян, Н. С. Каримян, ДАН Арм. ССР, т. 49, 242 (1969); Н. Ганчев, Д. Атанасова, Доклады Болг. АН, т. 21, 4, 359—361 (1968). 2 E. Asmus, Z. anal. Chem., 178, 104 (1960)

УДК 542.947+547.12'526

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Академик АН Армянской ССР А. Т. Бабаин, С. Г. Кочарян, П. С. Чобанян, Т. А. Азизян

Катализируемая основаниями реакция циклизации аммониевых соединений

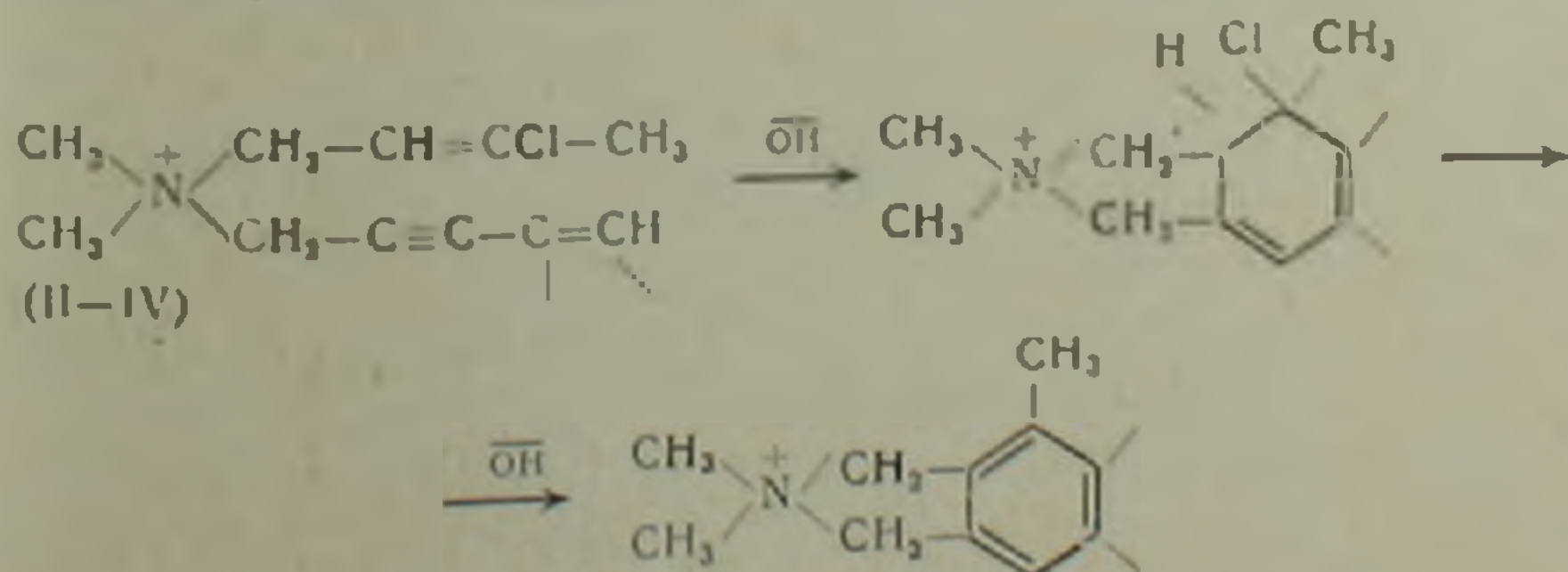
(Представлено 24/VI 1970)

Четвертичные аммониевые соли, содержащие наряду с 3-алкенил- (или арил) пропаргильной группой аллильную или пропаргильную группу, под действием щелочи подвергаются внутримолекулярной циклизации с образованием солей дигидроизоиндолинния и изоиндолинния соответственно (¹). Настоящим установлена возможность участия в реакции циклизации в качестве β, γ-непредельной группы бутин-2-ильной и 3-хлорбутен-2-ильной групп. Получены данные свидетельствующие в пользу непосредственного вовлечения 3-хлорбутен-2-ильной группы в циклизацию с последующим дегидрохлорированием продукта циклизации.

С целью выяснения возможности участия в реакции циклизации (¹) в качестве группы с β, γ-кратной связью бутин-2-ильной и 3-хлорбутен-2-ильной групп, изучено взаимодействие с водной щелочью бромистого диметил(бутин-2-ил)-(пентен-4-ин-2-ил)аммония(I), цис(II) и транс(III) хлористого диметил(3-хлорбутен-2-ил)-(пентен-4-ин-2-ил) аммония и транс изомера хлористого диметил (3-хлорбутен-2-ил) (3-фенилпропаргил)аммония(IV).

Полученные результаты приведены в табл. I. Как видно из этих данных, основным направлением является реакция циклизации в результате которой из солей I, II и III образуется соответствующая галондная соль 2,2,4-триметилизоиндолинния, из IV—хлористая соль 2,2,4-триметил-5,6-бензизоиндолинния.

Для участия 3-хлорбутен-2-ильной группы в реакции циклизации с образованием солей изоиндолинния имеются две возможности: а) непосредственное вовлечение в циклизацию в качестве группы аллильного типа, с последующим дегидрохлорированием продукта циклизации:

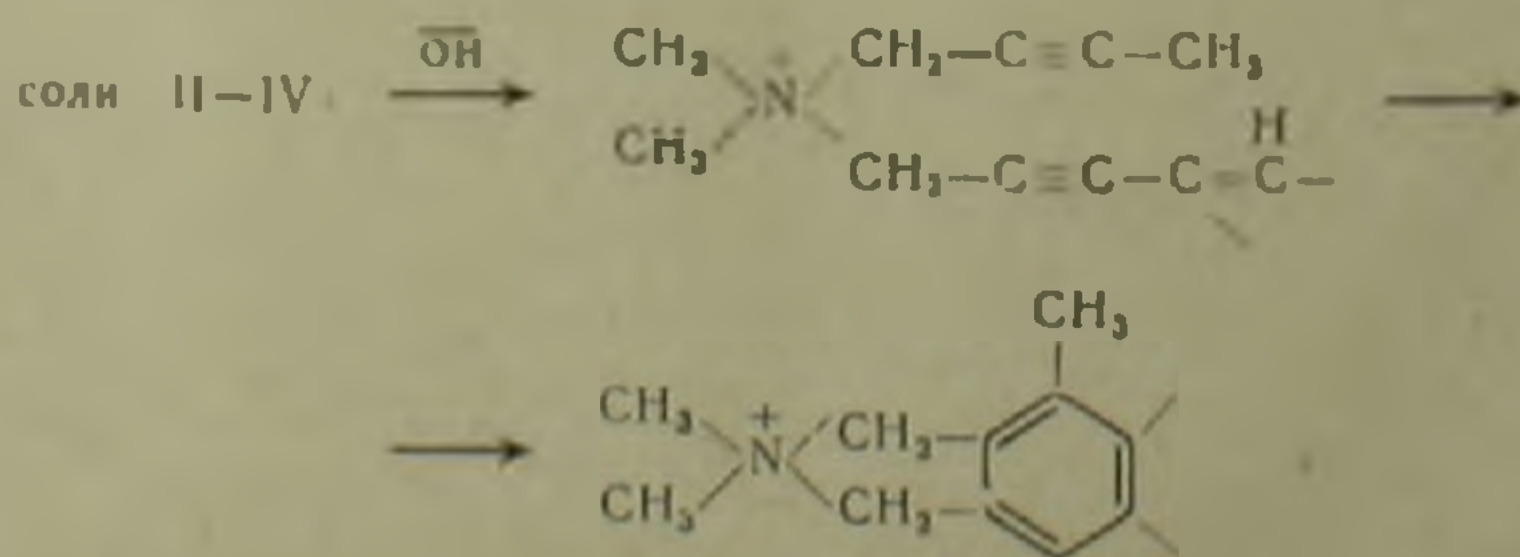


Результаты взаимодействия солей I—IV с водной щелочью

Исходная соль	Продукты реакции	(выход в %)
(I) $(\text{CH}_3)_3\text{N}^+\begin{cases} \text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}_3 \\ \text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}=\text{CH}_2 \end{cases} \text{Br}^-$	$(\text{CH}_3)_3\text{N}^+\begin{cases} \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3) \\ \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3) \end{cases} \text{Br}^-$ (45) $(\text{CH}_3)_3\text{NCH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}=\text{CH}_2$ (40)	$\text{CH}_2=\text{CHC}\equiv\text{CH}$ (44)
(II) $(\text{CH}_3)_3\text{N}^+\begin{cases} \text{CH}_2\text{CH}=\text{CClCH}_3 \\ \text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}=\text{CH}_2 \end{cases} \text{Cl}^-$ цис	$(\text{CH}_3)_3\text{N}^+\begin{cases} \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3) \\ \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3) \end{cases} \text{Cl}^-$ (51) $(\text{CH}_3)_3\text{NCH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}=\text{CH}_2$ (20)	$\text{CH}_2=\text{CHC}\equiv\text{CH}$ (3) $\text{CH}_2=\text{CHCCl}=\text{CH}_2$
(III) $(\text{CH}_3)_3\text{N}^+\begin{cases} \text{CH}_2\text{CH}=\text{CClCH}_3 \\ \text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}=\text{CH}_2 \end{cases} \text{Cl}^-$ транс	$(\text{CH}_3)_3\text{N}^+\begin{cases} \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3) \\ \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3) \end{cases} \text{Cl}^-$ (55) [41]* $(\text{CH}_3)_3\text{N}-\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}=\text{CH}_2$ (20)	$\text{CH}_2=\text{CHC}\equiv\text{CH}$ (7) $\text{CH}_2=\text{CHCCl}=\text{CH}_2$
(IV) $(\text{CH}_3)_3\text{N}^+\begin{cases} \text{CH}_2\text{CH}=\text{CClCH}_3 \\ \text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CC}_6\text{H}_5 \end{cases} \text{Cl}^-$ транс	$(\text{CH}_3)_3\text{N}^+\begin{cases} \text{CH}_2-\text{C}_{10}\text{H}_7(\text{CH}_3) \\ \text{CH}_2-\text{C}_{10}\text{H}_7(\text{CH}_3) \end{cases} \text{Cl}^-$ (62) [40]* $(\text{CH}_3)_3\text{NCH}_2\text{C}\equiv\text{CC}_6\text{H}_5$ (32)	$\text{CH}_2=\text{CHC}\equiv\text{CH}$ (12) $\text{CH}_2=\text{CHCCl}=\text{CH}_2$

* Выход при осуществлении реакции непосредственным нагреванием, без предварительного стояния при комнатной температуре.

б) Участие после предварительного дегидрохлорирования в бутин-2-ильную группу в роли пропаргильной



О реальности последнего пути свидетельствует образование 2,2,4-триметилизонидоллина из соли I, содержащей бутин-2-ильную группу.

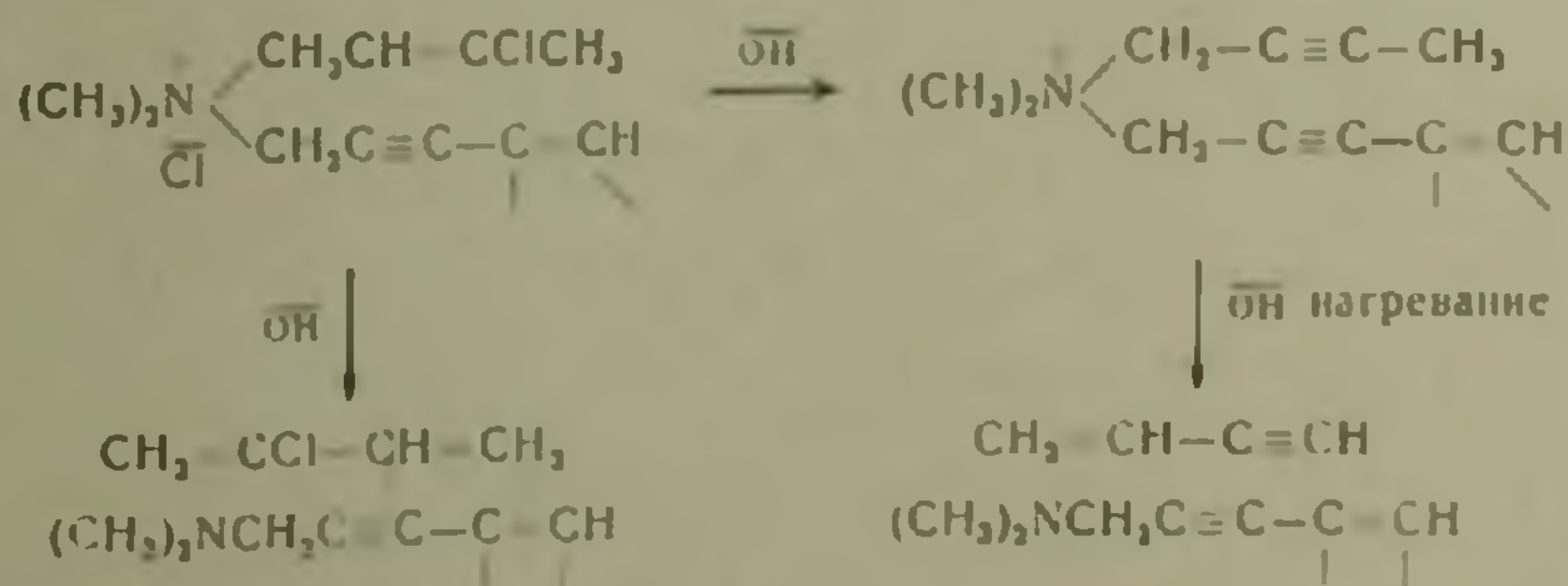
Считая маловероятным, чтоб геометрическое строение 3-хлорбутен-2-ильной группы играло заметную роль при ее непосредственном вовлечении в реакцию циклизации, мы решили для установления возможности протекания реакции по первому пути воспользоваться зависимостью скорости реакции дегидрохлорирования 3-хлор-бутен-2-ильной группы от ее геометрического строения (2).

При справедливости нашего допущения скорость образования ионов хлора в опытах с солями II и III в случае непосредственной циклизации должна была быть одинаковой, так как вторая стадия реакции, приводящая к ароматизации гексадиеновой системы дигидронзонидоллина, вряд ли могла являться лимитирующей скоростью реакции стадией.

В случае протекания реакции по второму пути, т. е. через предварительное дегидрохлорирование 3-хлорбутен-2-ильной группы в бутин-2-ильную, скорость образования ионов хлора должна была зависеть от геометрического строения этой группы (табл. 2).

В табл. 3 приведены данные по скорости образования ионного хлора при взаимодействии изомерных солей II и III с водной щелочью, при 17°. Как видно из этих данных, образование ионов хлора в обоих случаях происходит с одинаковой скоростью. Это дает нам право считать установленной способность 3-хлорбутен-2-ильной группы непосредственно вовлекаться в реакцию циклизации в качестве группы аллильного типа.

При взаимодействии солей II—IV с водной щелочью наряду с реакцией циклизации имеют место реакции дегидрохлорирования исходной соли, отщепления хлоропрена (а в условиях нагревания и винилацетилена) с образованием диметил(пентен-4-ин-2-ил)амин и диметил(3-фенилпропаргил)амин соответственно:



В табл. 1 для солей III и IV в квадратных скобках приведены также и выхода продукта циклизации при проведении реакции непосредственным нагреванием реакционной смеси, без предварительного стояния при комнатной температуре. Сопоставлением полученных данных ясно видно благоприятное влияние предварительного стояния реакционной смеси при комнатной температуре, при которой, по-видимому, скорости побочных реакций—дегидрохлорирования, отщепления хлоропрена, замедляются в большей степени, чем скорость реакции циклизации.

Таблица 2

Скорость реакции дегидрохлорирования цис и транс форм бромистого триметил(3-хлорбутен-2-ил)аммония водной щелочью при 20°.

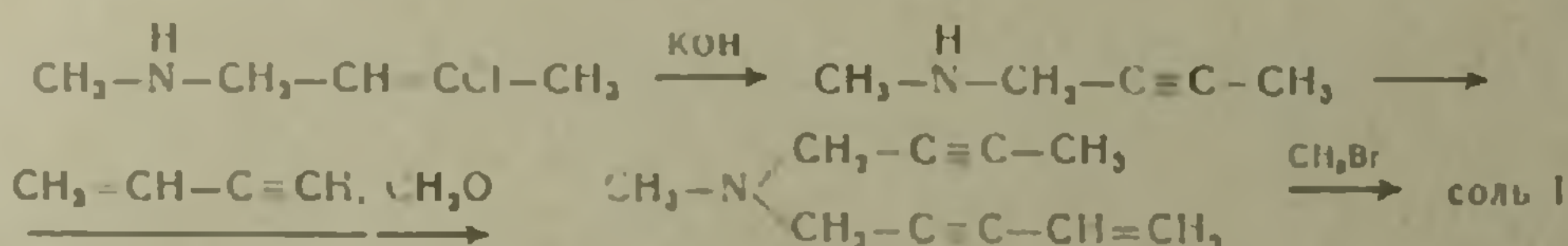
В з я т о		Продолжи- тельность, "	% дегидрохлорирования	
2 N соль, мл	4 N KOH, мл		цис	транс
1	0,6	5	3	11
"	"	24	7	19
"	"	48	12	26
"	"	96	25	33

Таблица 3

Скорость дегидрохлорирования цис и транс форм хлорис-
того диметил(3-хлорбутен-2-ил)(пентен-4-ин-2-ил)аммо-
ния водной щелочью при 17°.

В з я т о		Продолжи- тельность, "	% дегидрохлорирования	
2 N соли, мл	4 N KOH, мл		цис (соль II)	транс (соль III)
1	0,6	5	13	12
"	"	24	32	30
"	"	48	45	43
"	"	96	62	64
"	1,5	48	54	52
"	1,5	96	67	69

Соль I была получена из метил (3-хлорбутен-2-ил) амина по схеме:



Изомерные соли II и III получены взаимодействием цис и транс 1,3-дихлорбутенов-2 (I) с диметил-(пентен-4-ин-2-ил) амином. Соль IV— взаимодействием транс 1,3-дихлорбутена-2 с диметил-(3-фенилпропар-гил)-амином.

Соединения, описываемые впервые приведены в табл. 4.

В реакционную колбу, снабженную нисходящим холодильником, соединенным последовательно с приемником, промывалкой (содержащими титрованный раствор соляной кислоты) газометром, помещаются вод-
ный раствор испытуемой соли и 3-х кратное молярное количество 25%-ного водного раствора едкого кали. Далее реакционная смесь оставляется двое-трое суток при комнатной температуре, затем нагре-
вается на масляной бане. Реакционная смесь экстрагируется эфиром. К

эфирному экстракту прибавляются содержимое приемника и промывалок. Эфирный слой отделяется. Обратным титрованием солянокислого слоя определяется количество образовавшегося амина. Подщелачиванием извлекаются свободные амины. Не менее 80—85% от общего количества амина представляет диметил(пентен-4-ин-2-ил)амин т. пл. пикрата 75—76° и соответственно диметил(3-фенилпропаргил)амин т. пл. пикрата 117—118°. В реакционном остатке титрованием определялось количество образовавшегося ионного хлора. Реакционный остаток подкислялся, выпаривался досуха и продукт циклизации извлекался абсолютным спиртом, перекристаллизацией из спирта с ацетоном выделялся в чистом виде. Выделяющийся при нагревании реакционной смеси винилацетилен собирался в газометре. Хлоропрен нами не определялся количественно. О его количестве можно судить сопоставлением выходов третичного амина и винилацетилена. Полученные данные приведены в табл. 1. Для солей III и IV в квадратных скобках приводится также выход продукта циклизации при проведении опыта непосредственным нагреванием реакционной смеси на масляной бане.

Институт органической химии
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ ակադեմիկոս Ա. Խ. ՐԱԲԱՅԱՆ, Ս. Տ. ՔՈՉԱՐՅԱՆ, Փ. Ս. ԶՈՐԱՆՅԱՆ,
Թ. Ա. ԱԶԻԶՅԱՆ

Չսրբորդային ամոնիումային աղերի ցիկլացման ուսկցիան

3-այլենիլ-(կամ արիլ)-պրոպարգիլ խմբի հետ մեկտեղ ալիլային կամ պրոպարգիլային տիպի խմբեր պարունակող շորորդային ամոնիումային աղերը ջրային հիմքի ազդեցությամբ ենթարկվում են ներմույկուլային ցիկլացման՝ առաջացնելով դիհիդրոդիզոնդուինիումային, իզոնդուինիումային և համապատասխանաբար դիհիդրոբենզիդուինիումային ու բենզիդուինիումային աղեր:

Ներկա աշխատանքում բացահայտված է բութեն-2-իլ և 3-քլորբութեն-2-իլ խմբերի ունեցությունը ենթարկվելու ցիկլացման ուսկցիայում:

Սինթեզվել են դիմեթիլ(բութեն-2-իլ) (պենտեն-4-իլ-2-իլ)-ամոնիում բրոմիդը (I), ցիտ(II) և տրանս(III) դիմեթիլ-(3-քլորբութեն-2-իլ)(պենտեն-4-իլ-2-իլ) ամոնիում քլորիդները, սրանս դիմեթիլ-(3-քլորբութեն-2-իլ)-(3-ֆենիլպրոպարգիլ) ամոնիում քլորիդը (IV) և ուսումնասիրվել է նրանց ցիկլացման ուսկցիան: Ստացված արդյունքները բերված են 1-ին աղյուսակում:

Ինչպես նրանում է աղյուսակի տվյալներից հիմնական ուղղությունը հանդիսանում է ցիկլացման ուսկցիան, որի հետևանքով I, II և III աղերից ստացվում է 2,2,4-տրիմեթիլդիզոնդուինիումի համապատասխան աղը, իսկ IV-ից՝ 2,2,4-տրիմեթիլ-5,6-բենզիդուինդուինիումի քլորիդը:

3-քլորբութեն-2-իլ խմբի համար ցիկլացման ուսկցիային մասնակցելու նրկու հնարավորություն կա. առաջինը՝ որպես ալիլային տիպի խումբ և ներքորդը՝ որպես պատենցիալ բութեն-2-իլ խումբ:

Նշված հնարավորությունները պարզաբանելու համար ուսումնասիրվել են II և III աղերի դիհիդրոքլորացման ուսկցիայի արտադրությունների կախվածությունը 3-քլորբութեն-2-իլ խմբի ներդրամական կառուցվածքից (աղյուսակ 2 և 3):

	Соединение	Т. пл. (т. кип. давл. в мм)	n_D^{20}	Молек. формула соединения
1	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH}_3-\text{N}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$	(115–118) (680)	1,4505	$\text{C}_5\text{H}_9\text{N}$
2	$\text{CH}_3-\text{N} \begin{cases} \text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \end{cases}$	(72–73/3)	1,5350	$\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{N}$
3	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagup \\ \text{N}^+ \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \end{array} \text{Br}^-$	104–106	—	$\text{C}_{11}\text{H}_{16}\text{NBr}$
4	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagup \\ \text{N}^+ \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{CCl}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array} \text{Cl}^-$ (цис)*	—	—	$\text{C}_{11}\text{H}_{11}\text{NCl}_2$
5	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagup \\ \text{N}^+ \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{CCl}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array} \text{Cl}^-$ (транс)*	—	—	$\text{C}_{11}\text{H}_{11}\text{NCl}_2$
6	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagup \\ \text{N}^+ \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{CCl}-\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \text{Cl}^-$	132–133	—	$\text{C}_{15}\text{H}_{16}\text{NCl}$
7	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagup \\ \text{N}^+ \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3 \end{array} \text{Cl}^-$	184–185	—	$\text{C}_{11}\text{H}_{16}\text{NCl}$
8	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagup \\ \text{N}^+ \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 \end{array} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{C}_{10}\text{H}_7\text{CH}_3 \\ \text{CH}_2-\text{C}_{10}\text{H}_7\text{CH}_3 \end{array} \text{Cl}^-$	232–234	—	$\text{C}_{19}\text{H}_{18}\text{NCl}$

* Определить т. пл. не удалось.

Համաձայն ստացված տվյալների II և III աղերը դեհիդրոթիուրանում են համարյա նույն արագությամբ, որը խոսում է ի օգուտ այն բանի, որ այդ աղերի մոտ ցիկլացումը եախորդում է դեհիդրոթիուրացմանը:

Ուստի՝ անգամ նկարագրվող միացությունների ֆիզիկական հաստատունները բերված են 4 աղյուսակում:

рованные впервые

Анализ в %								ИК-спектр см ⁻¹ (УФ-спектр мμ)	Т. пл.
C		H		Cl (Br)		N			
Найдено	Вычислено	Найдено	Вычислено	Найдено	Вычислено	Найдено	Вычислено		
—	—	—	—	—	—	17,40	16,86	2267	Пикрат 161
—	—	—	—	—	—	9,85	9,51	2200, 2230, 920, 980, 1600, 3090	Пикрат 93—91
—	—	—	—	(32,54)	(33,05)	—	—	2250, 1600, 3075, 905, 995	—
—	—	—	—	14,56	15,17	—	—	—	—
—	—	—	—	14,61	15,17	—	—	—	—
—	—	—	—	13,02	12,53	—	—	1655	—
66,95	66,93	8,20	8,10	17,51	17,97	6,79	7,08	1603, 780 1805, 1875 1943, 3025 (260, 295)	Бромистая соль 160—161
72,98	72,72	7,84	7,27	14,10	14,33	6,32	5,65	770, 1590 1620, 1735, 3030 (275, 290)	—

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԾԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1 А. Т. Бабаян, Э. О. Чухаджян, Г. Т. Бабаян, И. А. Абрамян, ДАН Арм. ССР, т. 48, № 1 (1969). 2 А. Т. Бабаян, С. Т. Кочарян, Т. А. Азизян, П. С. Чобанян, Ф. С. Киномн, ДАН Арм. ССР, т. 49, № 3 (1969). 3 L. F. Hatch, S. G. Ballin, J. Am. Chem. Soc., 71, 1039 (1949).

УДК 550.8.053.519

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

В. О. Пароникян

К вопросу об определении истинных содержаний элементов в рудах
 и породах

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР А. Т. Асланяном 16/IX 1970)

В настоящей работе автор попытался установить связь между средними арифметическими и средними геометрическими содержаниями некоторых элементов (Cu, Zn) в рудах, а также в породах, которая дает возможность определить истинные содержания элементов без выполнения трудоемких вычислительных операций по установлению функций распределения. Это обстоятельство особенно важно в тех работах, в которых широко используются данные полуколичественных и приближенно-количественных спектральных анализов.

В вулканических, вулканогенно-осадочных, субвулканических и интрузивных породах Алавердского рудного района количественно-спектральным методом определены содержания меди. Для каждого комплекса пород вычислены одновременно как средние арифметические ($\bar{X}_a$), так и средние геометрические ($\bar{X}_g$) содержания, их абсолютные расхождения (Δ), а также коэффициент вариации (V) (рис. 1). Как видно из диаграммы кривые вариации среднего арифметического и среднего геометрического содержания в породах указанного района в общих чертах подтверждают одни и те же тенденции на разных уровнях. Вместе с тем, следует подчеркнуть, что в конкретных случаях, между средними арифметическими и средними геометрическими содержаниями наблюдается значительная диспропорция, обусловленная, как показывает анализ фактического материала, величиной коэффициента вариации. На диаграмме нетрудно заметить большую синхронность вариации значений коэффициента вариации с одной стороны и абсолютного значения расхождений между средними арифметическими и средними геометрическими содержаниями ($\Delta = \bar{X}_a - \bar{X}_g$) — с другой.

Более полное представление о взаимосвязи среднего арифметического и среднего геометрического содержаний дают исследования по зависимости относительного расхождения указанных параметров

$$\delta = \frac{\bar{X}_a - \bar{X}_r}{\bar{X}_a} \cdot 100\%$$

и коэффициента вариации, где $\bar{X}_a$ и $\bar{X}_r$ — среднее арифметическое и среднее геометрическое содержания элементов. С этой целью использованы результаты геологоразведочных и эксплуатационных работ по со-

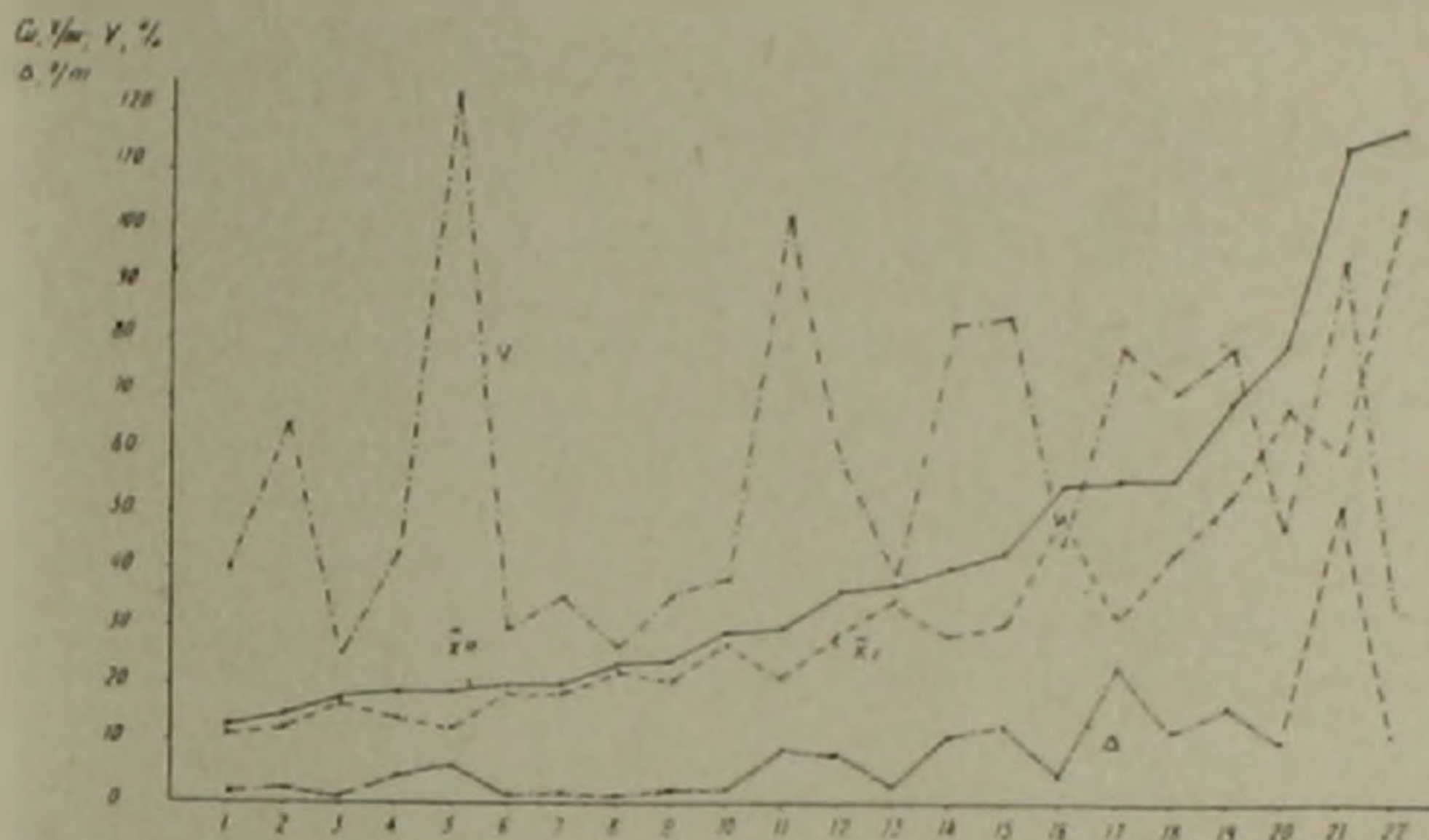


Рис. 1. Диаграмма изменения среднего арифметического ($\bar{X}_a$) и среднего геометрического содержания меди ($\bar{X}_r$), а также их абсолютной разницы (δ) и коэффициента вариации (V) в породах Алавердского рудного района

1—липарито-даунты (эоцен); 2—кварцевые диориты (Шнох-Кохбский массив); 3—туфы и туфопесчаники (средний эоцен); 4—альбитофиры; 5—плагнограниты (Ахпатский массив); 6—андезитовые порфириды (эоцен); 7—подмиктовые аркозовые песчаники (келловей); 8—розовые граниты; 9—фиолетовые туфы (оксфорд²); 10—кварцевые плагнопорфиры правобережья р. Дебед; 11—кератофиры (байос); 12—пироксеновые (аугитовые) порфириды (бат); 13—кварцевые диориты (Чочканский массив); 14—туфогенные песчаники (байос-бат); 15—вулканогенно-обломочные породы андезитовых порфиритов кошавердской свиты; 16—верхний вулканогенный горизонт Шахтахтской свиты (байос-бат); 17—андезитовые и диабазовые порфириды дебедской свиты (лейас-байос); 18—мандельштейновые порфириды (келловей); 19—кварцевые плагнопорфиры Воскесарского участка; 20— жильные породы основного и среднего составов; 21—аугитовые порфириды (оксфорд); 22—вулканические брекчии андезитовых порфиритов («агломераты»)

держанию меди и цинка в месторождениях медноколчеданной и колчеданно-полиметаллической (Ахтала, Кафан, Шаумян, Халадж), а также полиметаллической (Газма, Чирахлу, Гюмушхана) и свинцово-цинковой (Марцигетская группа, Привольное, Мовсес) формаций. Данные по δ и V нанесены на рис. 2, где каждая точка соответствует отдельным рудным телам вышеупомянутых месторождений. Всего для меди и цинка было получено 101 значение δ и V с общим значением коэффициента корреляции между ними = 0,73, что позволяет считать эту зависимость приближающуюся к линейной (рис. 2):

$$\delta = m_1 + r \frac{S_\delta}{S_V} (V - m_V) \quad (1)$$

где m_V и m_δ математические ожидания V и δ , а S_V и S_δ их средние квадратичные отклонения. На основании имеющегося в нашем рас-

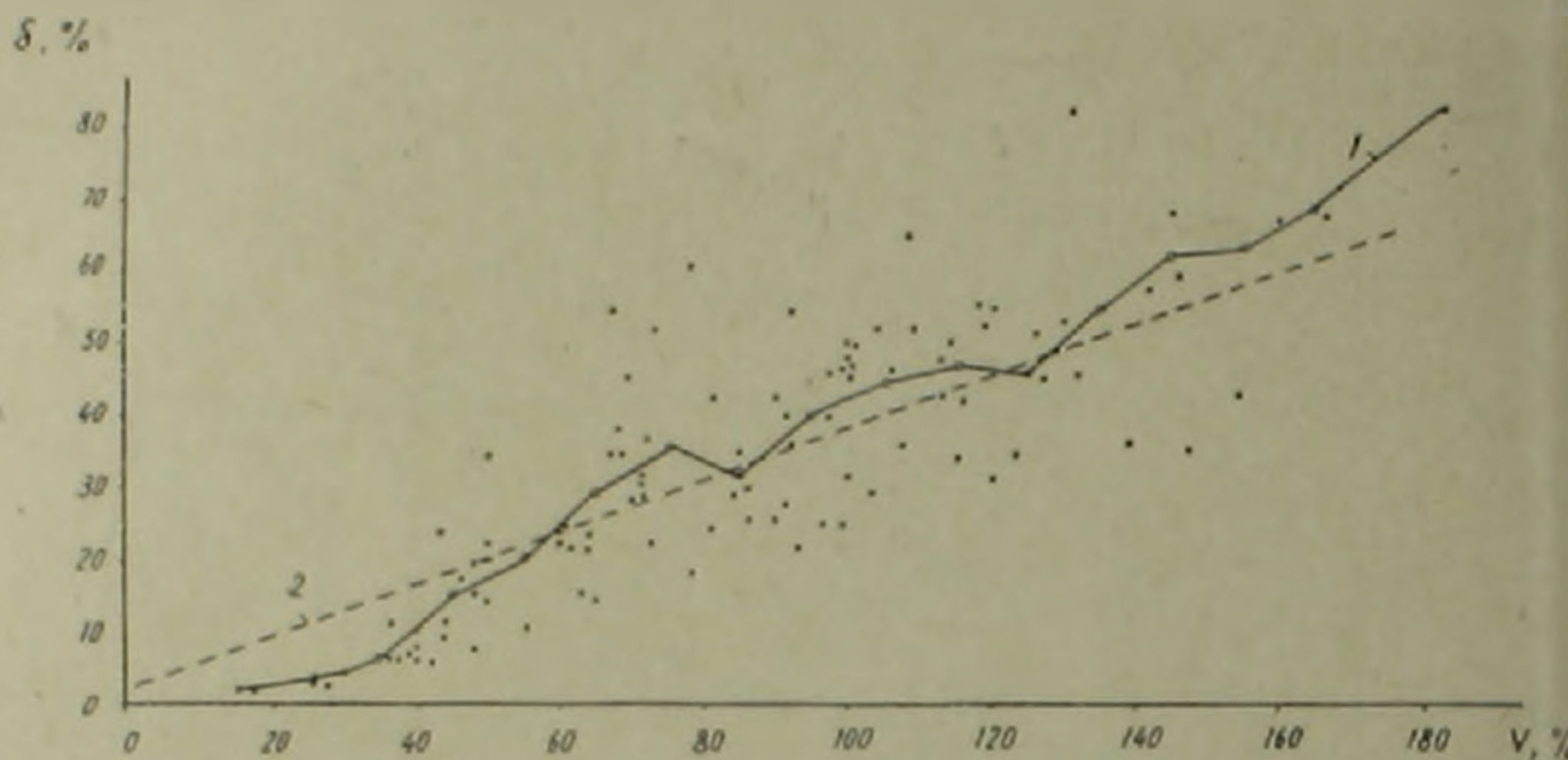


Рис. 2. Зависимость между относительным расхождением среднего арифметического и среднего геометрического содержаний меди и цинка (2) от коэффициента вариации (V) в некоторых главных медноколчеданных и полиметаллических месторождениях Армянской ССР

порядке аналитического материала между δ и V определено следующее уравнение регрессии

$$\delta = 0,35 V + 2,4,$$

что позволяет перейти от среднего арифметического содержания к среднему геометрическому и наоборот, если известен коэффициент вариации (вычисленной из нормальной функции распределения) по формуле:

$$\overline{X}_g = \overline{X}_a \frac{(97,6 - 0,35 V)}{100}, \quad \text{или же } \overline{X}_g \approx \overline{X}_a (1 - 0,0035 V). \quad (2)$$

Подобное преобразование нам кажется особенно пригодным в тех геологических работах (например, при геохимических поисках), в которых точность принятых аналитических методов не позволяет достоверно определить функции распределения.

Полученная эмпирическая формула (2) и аналитические данные (рис. 2) показывают, что до 50% значений коэффициента вариации относительные расхождения среднего арифметического и среднего геометрического содержаний элементов практически можно считать несущественными (среднее значение δ при этом варьирует в пределах от 1,5 до 15,5%), т. е. в этом случае логарифмическое преобразование перемен-

ного не влечет за собой серьезных изменений среднего значения*. При более высоких значениях коэффициента вариации ($>50-60\%$), как правило, возрастает и степень асимметрии распределения, в соответствии с чем усиливаются и расхождения от нормального закона (1). В данном случае это обстоятельство проявляется возрастанием относительного расхождения значений среднего арифметического и среднего геометрического содержаний, составляя в среднем $20-45\%$ при значении коэффициента вариации $50-120\%$.

Указанный предел изменения коэффициента вариации характерен для рудообразующих главных элементов большинства месторождений гидротермального типа и, следовательно, без определения функций распределений, заранее можно утверждать, что в этих случаях среднее геометрическое содержание является наилучшей оценкой истинных содержаний элементов. Применение среднего арифметического содержания, как статистической оценки истинных содержаний особенно непригодно для месторождений золота и др. элементов с низкими концентрациями компонентов, характеризующихся коэффициентом вариации 150% и выше. В этих случаях, как показывает полученный материал, среднее арифметическое содержание элементов по сравнению с истинным (средним геометрическим) содержанием завышено более чем в $1,5-2$ раза.

На основании вышеизложенных аналитических данных можно сделать следующее заключение. Одни и те же геологические тенденции в общих чертах подтверждаются независимо от принятой за основу функции распределения.

Если функция распределения заранее не известна, то достаточно точной оценкой истинного содержания элементов может являться среднее геометрическое при значении коэффициента вариации до 50% . В этих случаях логарифмическое преобразование содержаний не влечет за собой существенных изменений среднего значения. При значении коэффициента вариации 50% и выше и ограниченного объема выборки как наилучшей оценки среднего значения следует принять среднее геометрическое содержание элементов.

Институт геологических наук
Академии наук Арийской ССР

Վ. Ն. ՊԱՐՈՆԻԿՅԱՆ

Խանութային և ապրանքային էլեմենտների իրական պարունակությունների ուղղման հարցի շուրջը

Զանգեզուրի և ապրանքային էլեմենտների միջին երկրաչափական և միջին թվաբանական պարունակությունների միջև հաստատված է հետևյալ էմպիրիկ կապը $\bar{X}_r = \bar{X}_g(1 - 0,0035V)$, որտեղ V -ն վարիացիոն գործակիցն է: Միաժամանակի հայտ է բերված, այն, որ նույն երկրաչափական

* По А. Хальду на практике $\lg x$ и x можно считать распределенными нормально, если $C_r = \frac{S_r}{\bar{X}} < \frac{1}{3}$, т. е. при 33% значении коэффициента вариации (2).

նական տեղեկեցւելոր ընդհանուր գծերով հաստատում են անկախ ընդունված բաշխման ֆունկցիայից: Եթէ էլեմենտների պարունակութիւնների բաշխման ֆունկցիան նախորոք հայտնի չէ, ապա նրանց իրական միջին պարունակութիւնների բաժանիւնի էջերիտ գնահատականը կարող է ծառայել միջին թվարանականը՝ վարիացիոն գործակցի մինչև 50% արժեքների դեպքում: Ընտրութիւն ժապաղի սահմանափակութիւն և վարիացիոն գործակցի 50%-ից բարձր արժեքների պայմաններում իրական միջին պարունակութիւն լավագոյն գնահատականը կարող է ծառայել միջին երկրաչափականը:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ В. О. Пароникян, «Известия АН Арм. ССР», Науки о земле, т. XXIII, № 1 (1970).
- ² А. Хальд, Математическая статистика с техническими приложениями. Изд. И.Т. М., 1956.

УДК 581—19

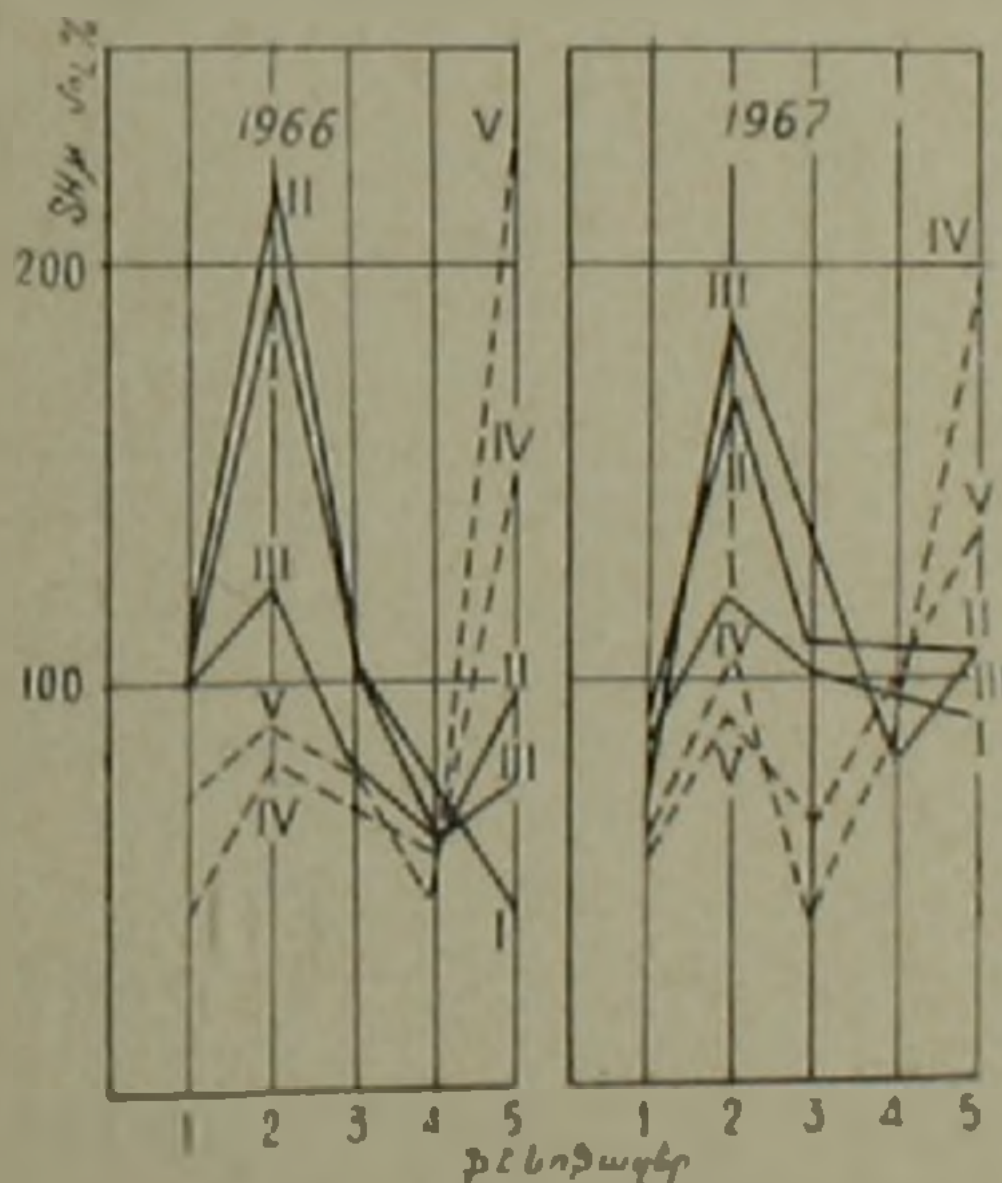
ՌԵՐԵԻՄԻԱ

Ն. Դ. ԳՈՂՐԱՄԻԼՋՅԱՆ, Ս. Ա. ՄԱՐԻՈՒԹՅԱՆ, Ժ. Հ. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ

Սուլֆիդերի խմբերը և խաղողի վազի ցրտադիմացկանությունը

(Ներկայացված է ակադեմիկոս Մ. Խ. Զալյախյանի կողմից 22/IV 1970)

Սուլֆիդերի խմբերը, մտնելով բարձր մոլեկուլյար սպիտակուցների ⁽¹⁻⁴⁾ և որոշ ֆերմենտների կազմի մեջ ակտիվորեն մասնակցում են կենդանի բջիջներում տեղի ունեցող կենսական պրոցեսներին: Որոշ հեղինակներ ⁽⁵⁻⁷⁾ կապ են գտնում SH-խմբերի մակարդակի և օրգանիզմների ցրտադիմացկանության հատկության միջև: Համաձայն Նվիտի հիպոթեզի ⁽⁸⁻⁹⁾, սպիտակուցը կազմող



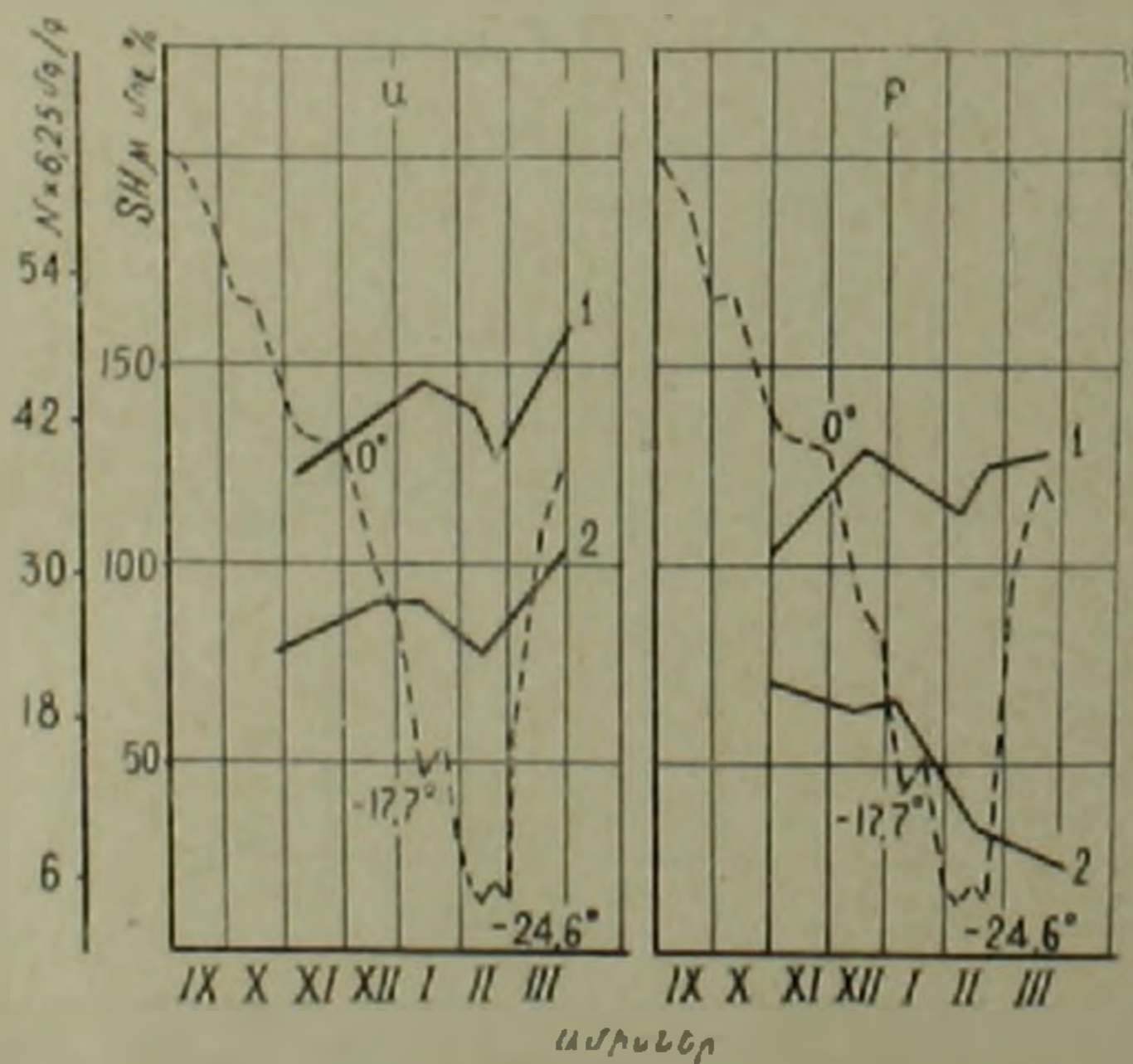
Նկ. 1. SH-խմբերի գինամիկան խաղողի տերեւներում: Ֆենոֆազերը՝ 1-ծաղկումից 15 օր առաջ, 2-բուռն ծաղկում, 3-պտուղների աճի և կազմակերպման շրջան, 4-պտուղների լրիվ հասունացում, 5-բերքահավաքից հետո: Սորտերը՝ 1-Ռուսկի Կոնկորդ, II Սեվերնի Քելի, III-Հագիսի, IV-Արարատի, V-Ապիտակ Արաքսների

պոլիպեպտիդների պարույրները ցրտից չբազրկվելիս մոտենում են մեկը մյուսին և տարբեր ուղղություններով SH-խմբերը S-S խմբերի վերածվելու հնարավորություն են ստանում, որով և ցրտահարման ժամանակ կանխում են ցի-

տույլագմային սպիտակուցի SH-խմբերը հետագա վտանգավոր օքսիդացումից ու դենատուրացումից, Այս հիպոթեզը կաուցվել է ցորենի և կաղամրի բույսերի վրա: Բարձրակարգ բույսերի վերաբերյալ հետազոտությունները շատ բիչ են: Կարապետյանը (10) նշում է, որ դեղձենու կեղևում SH-խմբերի քանակը ցորենից բարձրանում է: Խաղողի բույսը այս տեսակետից բոլորովին ուսումնասիրված չէ:

Ույն աշխատանքի նպատակն է հետազոտել SH-խմբերի վարքագիծը խաղողի տարբեր ցրտադիմացկանություն ունեցող սորտերի մոտ: Ուսումնասիրվել են տերևները՝ բույսի դարդացման հիմնական ֆենոֆազերում (թարմ վիճակում) և չվերը՝ ձմռան հանգստի շրջանում (լիոֆիլ շորացումից հետո): SH-խմբերը որոշվել են էլեկտրոմետրիկ տիտրացիայով ($1^{\circ}-1'$) ազոտի միջավայրում՝ AgNO_3 0,001 M լուծույթով (որի 1 սմ³ համապատասխանում է 1 միկրոմոլ ցիստեին HCl-ի):

Բոլոր սորտերի տերևներում (նկար 1) SH-խմբերի ամենաբարձր քանակությունը նկատվում է բուռն ծաղկման շրջանում: Նման փաստ նկատված է նաև ուրիշ կուլտուրաների մոտ (14): Հետաքրքիր է, որ SH-խմբերի մակարդակով ցրտադիմացկուն սորտերը (Ռուսկի Կոնկորդ, Սևվերնի Քելի) զգալիորեն դերազանցում են ոչ ցրտադիմացկուն սորտերին: Հետազոտում, պտուղների հասունացման պրոցեսում SH-խմբերի քանակը խիստ պակասում է և նրանց կորագծերը տարբեր սորտերի մոտ համարյա հասնում են նույն մակարդակին: Իսկ քերթահավաքից հետո ոչ ցրտադիմացկուն սորտերի տերևներում SH-խմբերի քանակը արագ բարձրանում է: Այս երևույթը կարելի է բացատրել նրա-



Նկ. 2. SH-խմբերի (1) և սպիտակուցային ազոտի (2) դինամիկան խաղողի չվերում հանգստի շրջանում: Սորտերը՝ Ա-Ռուսկի Կոնկորդ, Բ-Սպիտակ Արաքսենի

նով, որ ոչ ցրտադիմացկուն սորտերի տերևները դեռևս շարունակում են իրենց ակտիվ կենսադործունեությունը: Իսկ ցրտադիմացկուն սորտերն արդեն ավարտում են վեգետացիոն շրջանը և նախապատրաստվում՝ անցնելու հանգստի

Ուղղված շրջանում ցրտադիմացկուն սորտերի SH-խմբերով հարուստ լինելը կարելի է վերագրել GSH-տիպի ֆերմենտային միացությունների և օքսիդո-ոնեոկցին պրոցեսների խիստ բարձր մակարդակին: Բարձր և կայուն SH մենթ նկատել ենք նույնիսկ վաղ դարձանք՝ ցրտադիմացկուն սորտերի լացահյութում ⁽¹⁵⁾:

Նկ. 2-ում ներկայացված են ցրտադիմացկուն՝ Ռուսկի Կոնկորդի և ոչ ցրտադիմացկուն՝ Սպիտակ Արարսենու շվերում SH-խմբերի և սպիտակուցների ընդհանուր քանակների փոփոխությունը 1965—1969 թթ. աշնան և խիստ ցուրտ ձմռան պայմաններում: Առաջին հայադրից նկատելի է ցրտադիմացկուն սորտի մոտ SH-խմբերի քանակների տատանումների դարձանայի համընկումը սպիտակուցի կորագծին: Խաղողի կոփման ջերմաստիճաններին համապատասխանող ժամանակաշրջանում ⁽¹⁶⁾ նկատվում է SH-խմբերի և սպիտակուցների համատեղ աճ, որը շարունակվում է մինչև ջերմաստիճանի իջեցումը — 17,7° մակարդակի: Այս ժամանակամիջոցում նկատելի է SH-խմբերի կուտակման ավելի ուժեղ տեմպ՝ սպիտակուցների կորագծի համեմատ: Այն հիմք է տալիս ենթադրելու, որ կոփման ողջ շրջանում ցրտադիմացկուն սորտի սպիտակուցները հարստանում են SH-խմբերով, և, որ նրանք կառուցվածքային էական փոփոխություններ են կրում: Հետագայում ամենադուրս շրջանում (4 օր—24°C) SH-խմբերի քանակները նվազում են, իսկ դարձանք՝ նորից բարձրանում: SH-խմբերի տատանումները կատարվում են սպիտակուցի քանակների բարձրացման ու իջեցման հետ մեկտեղ: Ուրեմն ցրտադիմացկուն սորտի մոտ սպիտակուցների SH-խմբերը գտնվում են որոշակի հավասարակշռված վիճակում և ցրտերին դիմադրելու ընդունակություն են ցուցաբերում: Նույնիսկ «հալման» վտանգավոր շրջանում երկուսն էլ նորից համաչափ աճում են:

Անհամապատասխան վարքագիծ է ի հայտ գալիս ոչ ցրտադիմացկուն սորտի մոտ: SH-խմբերի շեղմակի աճ նկատվում է կոփման շրջանում (մինչև —9°C): Այդ ժամանակամիջոցում սպիտակուցի քանակը նույնիսկ մի քիչ նվազում է: Հենց մինիմալ ջերմաստիճանը մոտենում է եվրոպական սորտերի համար կրիտիկականի շեմին (—17,7°C) SH-խմբերի քանակը նվազում է, չնայած սպիտակուցի քանակը զեռես որոշ ժամանակ պահպանվում է: Ծթն բույսերի կոփման շրջանում նկատվող SH-խմբերի աճը որոշ չափով կարելի է բացատրել Լիվիտի հիպոթեզի տեսանկյունից. ապա—17,7°C-ից հետո սորտերի միջև սկսվող աչքի ընկնող տարբերությունը SH-խմբերի վարքագծում նույնպես հիմք է տալիս մտածելու, որ տարբեր ցրտադիմացկանություն ունեցող սորտերի սպիտակուցների ներսում SH-խմբերի դասավորումը և տեղադրումը նույնը չէ: Ինչպես նաև նույնը չեն սպիտակուցային և ոչ սպիտակուցային միացությունների մեջ տեղաբաշխված SH-խմբերի համեմատական քանակները: Սպիտակուցի անընդհատ նվազող կորագիծը ոչ ցրտադիմացկուն սորտի մոտ գալիս է հաստատելու այս ենթադրությունը: Փաստորեն —24°C աղդեցության տակ սպիտակուցը շատ արագ և անվերադարձ սկսում է քայքայվել: Այն չի աճում նույնիսկ դարձանք՝ պրոցեսների ակտիվացման և մակրոմոլեկուլյար նյութերի ռեսինիֆիկացիայի ժամանակ, մինչդեռ SH-խմբերի քանակը որոշ չափով նույնիսկ ավելանում է:

Ոչ ցրտադիմացկուն սորտի մոտ այսպիսի պատկերը հետևանք է աչքերի և շվերի հյուսվածքների զգալի վնասվելուն՝ խստաշունչ ձմռան պայմաններում:

Այսպիսով ցրտադիմացկուն սորտերի մոտ (տեքստերում՝ ծաղկման ժա-

մանակ, շվերում՝ ուղի հանգստի շրջանում) եկատվում է SH-խմբերի բարձր մակարդակ ու ցրտադիմացկունների համեմատու Տերկների մեջ SH-խմբերի բանականների տարբերությունը հետևանք է ֆերմենտատիվ ապարատի ակտիվության ու միանման մակարդակի, իսկ շվերում, գերազանցապես պայմանավորված է սպիտակուցների կառուցվածքային յուրահատկությամբ: Ծրտադիմացկուն սորտի սպիտակուցները և SH-խմբերը կրիտիկական ցրտերի բարայիչ ազդեցությանը որոշակի դիմադրություն են հանդիս բերում:

Հայկական ՍՍՀ գյուղատնտեսության մինիստրության
Լադողազործության, ղինկզործության և
պտղաբուծության ԳՀ ինստիտուտ

А. Д. Дограмаджян, С. А. Марутян, Ж. А. Петросян

Сульфгидрильные группы и морозостойкость виноградной лозы

В растениях сульфгидрильные группы активно действуют в ферментативных реакциях как регуляторы окислительно-восстановительных процессов. Одновременно они участвуют в структурной организации белков, образуя интрамолекулярные и междумолекулярные мостики.

Ряд исследователей (1-10) находят связь между уровнем SH-групп и морозостойкостью животных и растительных организмов. Однако до сих пор SH-группы виноградной лозы и их связь с морозостойкостью совершенно не изучена.

Цель данного исследования определить SH-группы в листьях у разных по морозостойкости сортов винограда в основные фазы вегетации и в побегах—в период осенне-зимнего покоя.

Количество SH-групп определяли электрометрической титрацией (11-12) гомогенатов свежих листьев и лиофилизированных побегов 0,001M раствором AgNO_3 в среде ацета в присутствии Pt и HgJ_2 электродов со скоростью перемешивания 1000 оборотов в минуту.

В фазу цветения (рис. 1) в листьях наблюдается максимальное накопление SH-групп. Их уровень у морозостойких сортов Русский Конкорд, Северный Белый особенно высокий. Затем следует сорт Адиси и потом только неморозостойкие—Воскрат, Спитак Араксени. Такая четкая группировка сортов по SH-группам в пору наименьшей морозостойкости растений вызвана специфичностью и различной интенсивностью окислительно-восстановительного ферментативного аппарата в наиболее напряженный период растений (цветение). Устойчивый и высокий tH у морозостойких сортов был обнаружен ранее нами (13) в пасоке винограда во время плача. С началом процесса созревания количество SH-групп уменьшается и сорта по этому показателю приближаются друг к другу. После сбора урожая сорта по содержанию SH-групп вновь расходятся, только на этот раз в обратном порядке. Более высокий уровень SH-групп обнаруживается в листьях неморозостойких, еще активно вегетирующих, сортов. Растения морозостойкого сорта раньше готовятся к покою и у них процессы метаболизма активизируются в побегах, где на протяжении всего периода покоя (рис. 2) количество SH-групп продолжает превосходить над таковым неморозостойкого сорта. Изменение количества SH-групп в период покоя у морозостойкого сорта монотипны с белками. В процессе закалки идет интенсивное наращивание SH-групп, которые вместе с белком проявляют устойчивость против губительного воздействия критических температур. SH-группы и белки морозостойкого сорта как будто оказываются в каком-то определенном равновесии даже во время критического периода «оттаивания». А вот у неморозостойкого сорта между белками и SH-группами соответствия не наблюдается.

Хотя за время закалывания обогащение побегов SH-группами шло даже интенсивнее, чем у морозостойкого сорта, но это не предоохранило белки от безвозвратного разрушения при критических холодах, в условиях суровой зимы 1969 г. (в течение 4 дней минимальная температура держалась ниже -24°C), когда надземная часть кустов европейских сортов значительно пострадала.

Эти данные свидетельствуют об имеющихся структурных отличиях в белках винограда у сортов с разной морозостойкостью.

ЛИТЕРАТУРА — ЦИТИРОВАНО

- ¹ Д. Девис, Дж. Джорданелли, Т. Рис, Биохимия растений, Изд. „Мир“, 1966.
² Л. П. Хохлова, В. Ж. Алексеев, А. С. Мукавва, Физиол. растений, т. 16, вып. 1, 66—70, 1969. ³ H. F. Lulskeus, M. V. Tracey, Moderne Methoden Pflanzenanalyse, Berlin (1963). ⁴ H. F. Lulskeus, Y. A. Schramonen, Biologia Plantarum 3, 4, 239—248 (1963).
⁵ Б. Асахи, Клетка и температура среды. Тр. Межд. симп. по цитозкологии, М. (1964). ⁶ J. Levitt, C. V. Sullivan, R. Yohanson, Plant Physiol. 37, 3, 266—271 (1962).
⁷ Ж. Левит, Клетка и температура среды. Тр. Межд. симп. по цитозкологии, М. (1964). ⁸ H. Kohn, V. Walsel, J. Levitt, Protoplasma, Bd. 57, H. 1—4, 556—568 (1963).
⁹ H. Kohn, J. Levitt, Plant Physiol. 41, 792—796 (1966). ¹⁰ К. А. Каранетян, „Известия АН АрмССР“, сер. биол. т. 14, № 11 (1961). ¹¹ M. Kolthoff, W. E. Harris, Eng. Chem. Analyt. 18, 161 (1941). ¹² J. Levitt, C. V. Sullivan, O. Nils, Plant. Physiol. 36, 5, 611—616 (1961). ¹³ В. В. Соколовский, „Лабораторное дело“, № 8, 1962. ¹⁴ V. Gattiel, H. Kohn, J. Levitt, Plant. Physiol., 37, 3, 272—276 (1962). ¹⁵ С. А. Марутян, А. Д. Дограмаджян, ДАН АрмССР, т. 43, № 5 (1966). ¹⁶ К. С. Погосян, Труды Института виногр., винод. и плодоводства МСХ АрмССР, в. 8 (1967).

УДК 581.143

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Академик М. Х. Чайлахян, Т. А. Егорова, Л. Н. Янина

Влияние темноты и ретарданта на рост и цветение
короткодневных видов

(Представлено 25/VII 1970)

Соотношение процессов роста и развития у растений различных фотопериодических групп складывается по-разному — у растений длиннодневных видов ускорение процессов роста на длинном дне совпадает с ускорением процессов цветения, у короткодневных видов с ускорением процессов цветения на коротком дне совпадает замедление процессов роста (¹).

Представляет интерес регуляция процессов роста и цветения растений короткодневных видов такими факторами внешней среды, которые имеют различную направленность действия на эти процессы. Как показали экспериментальные исследования, такими факторами являются, с одной стороны, продолжительная темнота, с другой ретарданты — ССС (хлорхоллинхлорид) или его аналог ВСВ (бромхолинбромид), обладающие одинаковым действием на растения.

В опытах с короткодневным видом — красной периллой уже давно было показано, что продолжительное пребывание растений в темноте вызывает задержку их роста и вместе с тем значительно ускоряет их цветение, — если растения, выращенные на длинном дне, помещались на 14 дней в непрерывную темноту, а затем на короткий день, то они начинали бутонизировать через 12 дней, тогда как контрольные, переставленные на короткий день прямо с длинного, начинали бутонизировать через 19 дней (²). Позднее было показано, что при еще более длительном выдерживании в непрерывной темноте растения красной периллы, взятые с длинного дня, начинали образование этиолированных бутонов непосредственно в темноте через 32—35 дней (³).

С другой стороны, внесение ретардантов ССС или ВСВ в почву вызывает у короткодневных видов, — периллы, хризантемы, конопля и других, задержку роста растений и вместе с тем не влияет на скорость их бутонизации и цветения (^{4, 5}).

В целях сравнительного изучения действия продолжительной темноты и ретарданта ВСВ на рост и цветение короткодневных видов нами

были проведены опыты с периллой красной (*Perilla nankinensis*), дурнишником (*Xanthium pennsylvanicum*), чередой (*Bidens Maximo-vicziana*) и коноплей (*Cannabis sativa*), сорт Южная Черкасская. В опыты были взяты 1- и 2-месячные растения периллы, 1- и 2¹/₂-месячные растения дурнишника, 1¹/₂-месячные растения череды и 1-месячные растения конопли, выращенные на длинном дне в почве в глиняных вазонах. Опыты с разными видами и растениями разного возраста ставились в разные сроки, но по единой схеме.

Все растения были распределены на 4 варианта: 1) контроль, 2) темнота, 3) ретардант, 4) темнота и ретардант. Контрольные растения все время находились на длинном 16—18 часовом дне. Растения 2-го варианта с начала опыта ставились в темноту сроком на 7 суток и только в случае 1-месячных растений периллы на 5 суток; после темноты растения вновь переставлялись на длинный день. Растения 3-го варианта находились на длинном дне и получали ретардант ВСВ, который вносился в почву в виде 0,25%-ного раствора, из расчета 100 мл на 1 кг почвы, в два срока: в начале опыта и через 7—10 дней. Растения 4-го варианта получали одновременно непродолжительную темноту и ретардант ВСВ, в соответствии с условиями вариантов 2 и 3. Повторность опыта во всех вариантах 5 растений.



Рис 1. Влияние продолжительной темноты и ретарданта ВСВ на рост растений череды. Растения: 1—контрольное, 2—подвергнутое воздействию темноты; 3—обработанное ретардантом; 4—подвергнутое воздействию темноты и ретарданта

В связи с тем, что череда, дурнишник и перилла являются короткодневными видами с качественной реакцией, им после окончания экспозиции в темноте и внесения ретарданта во 2-ой срок давалась индукция коротким днем: череде 2 дня, дурнишнику 3 дня и перилле—1-месячным растениям 10 дней и 2-месячным 6 дней.

В дальнейшем проводились промеры роста растений и фенологические наблюдения за фазами развития, бутонизацией и цветением. После воздействия продолжительной темнотой и обработки ретардантом все растения, кроме периллы, замедляли рост, причем наиболее сильная задержка роста оказалась в варианте, где темнота и ретардант применялись одновременно (рис. 1 и 2).



Рис. 2. Влияние продолжительной темноты и ретарданта ВСВ на рост растений конопли, сорта Южная Черкасская. Растения: 1—контрольное; 2—подвергнутое воздействию темноты; 3—обработанное ретардантом; 4—подвергнутое воздействию темноты и ретарданта

Как показывают рис. 1 и 2, меньшую задержку роста у череды и конопли, а также у дурнишника вызвало пребывание в темноте и большую—обработка ретардантом. У конопли такое соотношение скоростей роста растений в различных вариантах сохранилось до конца опыта, у череды и дурнишника с течением времени действие ретарданта ослабело и задержка роста, вызванная темнотой, оказалась большей. У периллы красной существенных изменений в росте растений до конца опыта не наблюдалось.

Высота растений к концу опытов, а также результаты фенологических наблюдений за развитием растений приведены в табл. 1.

Таблица показывает, что продолжительное пребывание в темноте ускорило бутонизацию растений периллы красной на 3 дня, дурнишника на 6—7 дней, а череды на 3 дня и не повлияло на бутонизацию конопли; одновременно задержало рост растений дурнишника, череды и конопли. Внесение водного раствора ретарданта ВСВ в почву не влияло на сроки бутонизации растений всех видов, но также задержало рост растений дурнишника, череды и конопли.

В варианте, где растения одновременно подвергались воздействию продолжительной темноты и ретарданта, наблюдалось примерно такое

же ускорение бутонизации периллы, дурнишника и череды и такая же задержка роста дурнишника и череды, как и в варианте с одним только воздействием непрерывной темноты.

Таблица 1

Влияние продолжительной темноты и ретарданта ВСВ на рост и бутонизацию короткодневных видов

№ варианта	Варианты	Дата бутонизации	Высота растений, см	Дата бутонизации	Высота растений к концу роста, см
Перилла красная					
		1-месячные		2-месячные	
1	Контроль	26/VII	51	4/VII	109
2	Темнота	23/VII	51	1/VII	104
3	Ретардант	25/VII	48	4/VII	110
4	Темнота и ретардант	19/VII	50	1/VII	110
Дурнишник					
		1-месячные		2 1/2-месячные	
1	Контроль	14/VII	70	28 VI	70
2	Темнота	8/VII	54	21 VI	52
3	Ретардант	14/VII	62	28 VI	62
4	Темнота и ретардант	7/VII	54	20/VI	54
Череди					
		1 1/2-месячные		1-месячные	
1	Контроль	14/VII	82	12/VII	157
2	Темнота	11/VII	64	11/VII	146
3	Ретардант	13/VII	77		131
4	Темнота и ретардант	10/VII	64	10/VII	125
Конопля					
		1-месячные		1-месячные	
1	Контроль	14/VII	82	12/VII	157
2	Темнота	11/VII	64	11/VII	146
3	Ретардант	13/VII	77		131
4	Темнота и ретардант	10/VII	64	10/VII	125

Во втором специальном опыте, проведенном с периллой, по той же схеме, что и в первом, было усилено воздействие ретарданта. Растения получали большую дозу ретарданта ССС (хлорхолнхлорида) в увеличивающейся концентрации раствора (0,5%, 1% и 5%) из расчета 100 мл на 1 кг почвы, в три срока с интервалом в 8 дней. По окончании воздействия темнотой и ретардантом растения получали 12-дневную индукцию коротким днем.

В связи с усилением дозы ретарданта рост растений периллы замедлился не только в варианте с ретардантом, но и в варианте с одновременным воздействием ретарданта и темнотой. Вместе с тем ретардант не повлиял на скорость бутонизации, тогда как в варианте с темнотой растения бутонизировали на 5 дней раньше, чем контрольные, и к концу опыта зацвели, чего не было в других вариантах (рис. 3).

На рис. 3 видно, что под влиянием ретарданта растения задержали рост (1), а под влиянием темноты задержки роста нет, но есть ускорение цветения (3); на растениях с комбинированным воздействием (2)

сказывается и действие ретарданта, задержавшего рост и действие темноты, ускорившей бутонизацию и цветение.

Проведенные опыты позволяют сделать следующие выводы. 1) Пребывание растений в продолжительной темноте ускоряет наступление цветения растений типичных короткодневных видов,—периллы, дурниш-



Рис. 3. Влияние продолжительной темноты и ретарданта ССС на рост и цветение растений периллы красной. Растения: 1—контрольное; 2—обработанное ретардантом; 3—подвергнутое воздействию темноты и ретарданта; 4—подвергнутое воздействию темноты

ника и череды после кратковременной индукции их коротким днем; у конопля такого ускорения не происходит. Рост растений дурнишника, череды и конопля под влиянием темноты задерживается. 2) Обработка растений ретардантами ВСВ и ССС путем полива почвы не влияет на наступление цветения, но приводит к задержке роста растений всех испытанных короткодневных видов: периллы, дурнишника, череды и конопля. В случае периллы задержка роста вызывается более высокой дозой ретарданта. 3) Процессы роста и цветения короткодневных видов не находятся в прямой связи: в случае воздействия продолжительной темнотой задержка роста совпадает с ускорением наступления цветения, в случае воздействия ретарданта задержка роста не сопровождается ускорением цветения. У периллы под влиянием темноты рост не меняется, а цветение ускоряется; у конопля под влиянием темноты и ретарданта рост задерживается, а сроки цветения не изменяются.

В свете концепции о роли различных факторов в онтогенезе растений (1, 7) можно считать, что ретарданты влияют антагонистично природным гиббереллинам, не лимитирующим цветение короткодневных видов, и потому не оказывают соответствующего эффекта на цветение, тогда как темнота, по-видимому, создает такое внутреннее физиологи-

ческое состояние в листьях растений, которое способствует образованию метаболитов, необходимых для цветения растений.

Институт физиологии растений им. Тимирязева
Академии наук СССР

Ակադեմիկոս Խ. Խ. ՉԱՏԱԿՅԱՆ, Տ. Ա. ՆԳՈՐՈՎԱ, Լ. Ի. ՅԱՆՈՆԱ

Բրուքյան և ուտարդանտի ազդեցությունը կարճօրյա տեսակի բույսերի աճման և ծաղկման վրա

Փորձեր են կատարվել տիպիկ կարճօրյա տեսակների աճման ու ծաղկման վրա տեղական մթնոթյան և ՎՍՎ ու ՍՍՍ ուտարդանտների ազդեցության վերաբերյալ: Պարզվել է, որ 7-օրյա տներնդմեջ մթնոթյան մեջ բույսի գտնվելը արագացնում է պերիլլայի, դուրնիչնիկի և կատվալի վիկի ծաղկման պրոցեսը՝ դրանք կարճօրյա կարճատև ինդուկցիա տալուց հետո, միաժամանակ ուշացնում է դուրնիչնիկի, կատվալիզվիկի և կանեփի աճումը:

Բույսերի մշակումը ՎՍՎ և ՍՍՍ ուտարդանտներով՝ լողը ջրելու միջոցով չի ազդում ծաղկման պրոցեսի վրա, բայց հանգեցնում է պերիլլայի, դուրնիչնիկի, կատվալիզվիկի և կանեփի աճման ուշացման:

Կարմիր պերիլլայի մոտ, մթնոթյան ազդեցության տակ աճումը չի փոխվում, իսկ ծաղկման պրոցեսը արագանում է: Կանեփի մոտ մթնոթյան և ուտարդանտի ազդեցության տակ աճումն ուշանում է, իսկ ծաղկման ժամկետները չեն փոխվում:

Այսպիսով, կարճօրյա տեսակի բույսերի աճման և ծաղկման պրոցեսները տարբեր ձևով են կարգավորում ուտարդանտի և մթնոթյան ազդեցությամբ, և միմյանց հետ ուղիղ կապակցության մեջ չեն գտնվում:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- 1 М. Х. Чадлахан, Гормональная теория развития растений, Изд. АН СССР, 1937.
- 2 М. Х. Чадлахан, Труды Ереванского Университета, 22, 37, 1943. 3 М. Х. Чадлахан, Основные закономерности онтогенеза высших растений, Изд. АН СССР, 1958.
- 4 М. Х. Чадлахан, Труды Ереванского симпозиума по онтогенезу высших растений, 93, 1965.
- 5 М. Х. Чадлахан и В. Г. Кочинков, Физиология растений, т. 14, в. 5, 773—784 (1967).
- 6 М. Х. Чадлахан, Успехи современной биологии, 63, 202 (1967). 7 M. Kh. Challakhyan Annual review of plant physiology, 19, 1 (1968).

УДК 581.13

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Член-корреспондент АН Армянской ССР В. О. Казарян и Н. Г. Матинян

О влиянии водного режима почвы на содержание сахаров
в пасоке растений

(Представлено 26/VII 1970)

Сахара, поступающие из листьев в корневую систему растений, непосредственно используются в процессах роста и метаболического превращения поглощенных из почвы элементов минерального питания. Казалось бы, при таком обстоятельстве передвижение сахаров в растениях должно всегда иметь одностороннее направление: лист → корень, за исключением тех периодов онтогенеза, когда усиливается расход ассимилятов на формирование плодов и семян. Однако анализы пасоки растений показывают, что всегда в клеточном соке обнаруживаются сахара, перемещающиеся из корней в надземные органы ⁽¹⁻³⁾, особенно сильно в период генеративной фазы ⁽²⁾.

Кроме указанных внутренних факторов, активность выноса сахаров с пасок зависит и от условий корнеобитаемой среды, которые, интенсифицируя или подавляя жизнедеятельность корней, соответственно усиливают или ослабляют вынос сахаров из них. Так, например, по наблюдениям В. В. Казарян ⁽⁴⁾, в условиях гидропоники, которые являются весьма благоприятными для роста и функционирования корней, в пасоке кукурузы и подсолнечника обнаруживается, соответственно, в 37,5 и 51,8 раза меньше сахаров, чем в условиях почвы.

Корнеобитаемая среда, как известно, складывается из множества факторов, значение которых в жизни растений неравноценно. Из этих факторов наиболее существенным является водный режим, имея в виду, что при отсутствии влаги прекращаются рост ⁽¹⁻³⁾ и поглотительная деятельность корней. Поэтому мы вправе полагать, что активность перемещения сахаров из корней в надземные органы должна быть строго зависима от водного режима почвы. Это предположение было проверено в опытах, проведенных с растениями кукурузы—сорта Каргули Круги, подсолнечника—сорта Гигант-549 и тыквы—сорта Мозолеевская, выращенных на одинаковой почве, но с различной влажностью (30 и 65% полной влагоемкости).

Допуская, что при меньшей влажности почвы и слабом росте кор-

ни должны быть более богаты углеводами, мы вначале определяли содержание сахаров в них (табл. 1).

Таблица 1 .

Содержание сахаров в корнях растений, выращенных на почвах различной влажности (в процентах к сухому веществу корней)

Фаза развития	Кукуруза		Подсолнечник		Тыква	
	30 %	65 %	30 %	65 %	30 %	65 %
Вегетативный рост	14,75	10,63	11,05	8,23	8,26	5,68
Бутонизация ¹	7,22	4,14	4,79	3,23	3,40	1,21
Цветение ²	7,30	4,98	5,36	3,54	3,55	1,33
Образование семян	4,80	3,40	4,17	2,84	1,96	0,70
Пожелтение листьев	2,21	1,72	1,85	1,54	1,03	0,40

¹—выбрасывание метелки и ²—цветение метелки кукурузы

Полученные данные показывают, что на всех фазах развития корней растений, выращенных в условиях водного дефицита почвы, богаты сахарами. В среднем, во всех фазах содержание сахаров в корнях растений, находящихся в более напряженных условиях водного режима, оказалось больше в 1,5 раза. При этом наибольшая разница в содержании сахаров в корнях подопытных вариантов обнаружена у кукурузы, наименьшая—у подсолнечника. Видимо, здесь, кроме ксероморфных особенностей растений, имеет важное значение также морфогенез и мощность корневой системы. У кукурузы корни размещаются, главным образом, в более верхнем горизонте почвы, где водный дефицит более ощутим. У тыквы и подсолнечника корни достигают более глубоких слоев почвы для обеспечения водоснабжения.

Приведенные данные одновременно показывают, что содержание сахаров в корнях постепенно понижается в ходе онтогенеза, более усиленно в фазах после вегетативного роста. Это, по всей вероятности, связано с усиленным расходом сахаров на формирование семян. В период цветения расход ассимилятов хотя и не меньше, но корни еще не успевают опорожниться, остаются сравнительно богаты сахарами, что обнаружено также у пшеницы (⁹) и в листьях кукурузы (¹⁰), ячменя (¹¹).

Столь большое содержание сахаров в корнях в условиях водного дефицита почвы обуславливает и их энергичный возврат к листьям, что видно из нижеприведенных данных (табл. 2).

При недостаточном снабжении почвы водой сильно ослабляются рост и поглотительная деятельность корней и в связи с этим расход сахаров. Вследствие этого усиливается отток последних в надземные органы, главным образом, в листья. Обогащение же последних сахарами способствует повышению всасывающей их деятельности. В условиях же оптимальной влажности почвы расход сахаров на рост и метаболическую деятельность корней усиливается и, как следствие этого, уменьшается возврат их в надземные органы. Поэтому в пасоке этих растений обнаруживается в 7—25 раза меньше сахаров, чем в пасоке растений, произрастающих в условиях водного дефицита почвы.

Далее, выясняется, что наибольшее количество сахаров обнаруживается в пасоке бутонизирующих и цветущих растений, тогда как в этом отношении более резко отличаются корни вегетирующих растений. Это уже показывает, что наиболее активное передвижение сахаров из корней в надземные органы имеет место именно в фазе бутонизации и цветения. Дело в том, что продолжительность указанных фаз сравнительно мала, в связи с чем требуется больше ассимилятов для формирования бутонов и цветков.

Таблица 2

Содержание сахаров в пасоке опытных растений в зависимости от влажности почвы (мг в 100 мл)

Фаза развития	Кукуруза		Подсолнечник		Тыква	
	30 %	65 %	30 %	65 %	30 %	65 %
Вегетативный рост	7,20	1,06	11,80	0,84	2,70	0,16
Бутонизация	12,60	1,82	16,30	1,08	4,20	0,17
Цветение	14,40	2,21	20,20	1,56	4,40	0,17
Образование семян	8,70	1,90	12,40	1,20	3,10	0,16
Пожелтение листьев	2,40	0,32	3,80	0,31	1,00	0,08

Динамика суточного выноса сахаров с пасокой (рис. 1) полностью соответствует данным табл. 2. У растений, произрастающих в условиях почвенного водного дефицита, суточный вынос сахаров несравнимо больше, но как у первой, так и у второй группы растений максимальное содер-

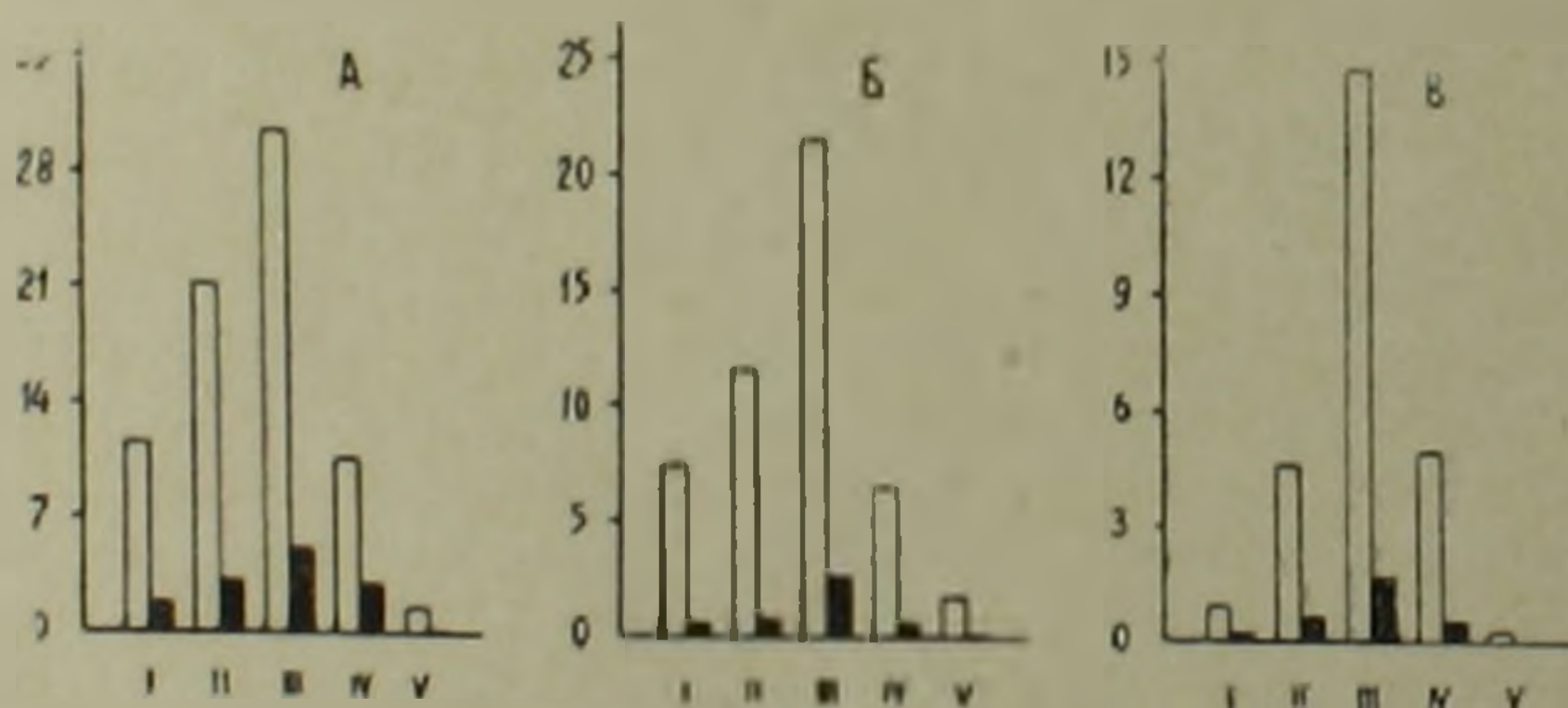


Рис. 1. Вынос сахаров с пасокой (мг/сутки) корнями кукурузы (А), подсолнечника (Б), тыквы (В). незаштрихованные столбики—при 30% влажности почвы, заштрихованные —65% влажности. I—вегетативный рост; II—бутонизация; III—цветение; IV—образование семян; V—пожелтение листьев

жание указанных ассимилятов отмечается в пасоке цветущих индивидов. Это обстоятельство подтверждает мнение ряда авторов, утверждающих, что одним из активных центров мобилизации и расхода ассимилятов являются цветы (12-13). При этом мобилизующая способность последних усиливается в еще большей степени не в оптимальных, а в бо-

лее худших условиях произрастания, когда увеличивается вероятность гибели растений и нарастает необходимость формирования нового поколения до наступления их смерти.

Рассмотрев условия, приводящие к усилению или ослаблению круговорота сахаров в сфере лист—корень, мы убеждаемся в том, что их перемещение из корней в листья не является онтогенетически нецелесообразным, как это кажется с первого взгляда. В нормальных условиях водного режима почвы крайне уменьшается перемещение сахаров из корней в надземные органы, в худших условиях—усиливается, приводя к обогащению надземных органов сахарами. Дело в том, что когда наступает подный дефицит в корнеобитаемой среде, резко ослабляется транспирация, разумеется, для бережного расхода воды. С этой целью не только закрываются устьичные просветы, но и вода связывается с коллоидами и различными частицами плазмы листьев, в чем немалая роль растворимых углеводов. Таким образом, возврат сахаров из корней в надземные органы в условиях почвенного водного дефицита следует рассматривать как приспособительную реакцию растений для уменьшения расхода воды листовой поверхностью.

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ ԳԱ թղթակից-անդամ Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Ի. Գ. ՄԱՏԻՆՅԱՆ

Բույսերի արմատամկույրի մեջ շաճարենների պարունակության մասին կապված հոգի ջրային ուժի միջ

Տերեններից դեպի արմատները շարժվող շաճարենները, ինչպես հայտնի է, ծախսվում են արմատների անմահ և հանքային նյութերի նյութափոխանակության պրոցեսներում: Բնական է, որ նման պարագաներում պետք է բացառվի արմատներում եղած շաճարենների վերադարձը վերերկրյա օրգանները: Սակայն ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ բույսերի զարգացման բոլոր փուլերում էլ դեպի վերերկրյա օրգանները տեղաշարժվող արմատաշյուքում մշտապես հայտնաբերվում են շաճարեններ, մանավանդ այն դեպքում, երբ անրարենպաստ են արմատաբնակ միջավայրի գործոնները: Նկատի ունենալով, որ արմատային սխտեմի կենսագործունեության համար կարևորագույն գործոններից մեկը հողի ջրային ուժի մեջ է, պետք է կարծել, որ վերջինս զգալի ազդեցություն է թողնում արմատներից դեպի վերերկրյա օրգանները շաճարենների տեխափոխման վրա: Այս հարցի պարզաբանման նպատակով զբված են հատուկ փորձեր եզիպտացորենի, արեա-ծաղկի և վարունգի վրա: Բույսերի մի խումբ անցվել են հողի 30% խոնավության պայմաններում, մյուս՝ 65%-ի և այնուհետև որոշվել արմատներում ու արմատաշյուքի մեջ շաճարենների պարունակությունը բույսերի զարգացման տարբեր փուլերում:

Ստացված արդյունքները ցույց են տվել, որ հողի ջրային դեֆիցիտի պայմաններում արմատները հարստանում են շաճարեններով և ուժեղանում է վերջիններիս տեղաշարժը դեպի վերերկրյա օրգանները: Հստ որում շաճարենների ամենաակտիվ տեղափոխությունը տեղի է ունենում կոկոնաձևի և սերմնակալման փուլերում:

Թննարկելով ստացված տվյալները, հեղինակները հանգել են այն եզրակացության, որ արմատներից շաճարենների վերադարձը դեպի վերերկրյա օրգանները աննպատակահարմար պրոցես է, ինչպես այդ թվում է առաջին հայացքից: Հողի ջրային դեֆիցիտի պայմաններում զգալի չափով պակասում է ջրի կորուստը տերեններից և որպեսզի մեացած ջուրը ֆիզիոլոգիական կապի տերենների քչաշյուքի հետ, պետք է, որ բարձր լինի վերջինիս կոնցենտրացիան, որը և իրականանում է տերենների քչիչներում շաճարենների պարունակության ավելացմամբ:

ЛИТЕРАТУРА — ЦИЦЦЬНԻՅՈՒՆ

- 1 В. О. Казарян, К. А. Карапетян и И. А. Казарян, ДАН АрмССР, т. 42, № 4 (1966).
- 2 В. О. Казарян, И. Г. Матинян, ДАН АрмССР, т. 47, № 5 (1968).
- 3 В. В. Казарян, ДАН АрмССР, т. 50, № 1 (1970).
- 4 В. В. Казарян, Активность корней и надземных органов растений в условиях гидропонии. Автореферат канд. дисс., Ереван, 1970.
- 5 И. В. Красовская, Тр. по прикл. бот., генетике и селекции, т. 15, вып. 5, 1929.
- 6 И. В. Красовская, Тр. по прикл. бот., генетике и селекции, сер. III, № 8, 1935.
- 7 А. С. Кружильни, Биологические особенности орошаемых культур, Сельхозгиз, 1954.
- 8 Н. С. Петин, Физиология орошаемой пшеницы, Изд. АН СССР, 1959.
- 9 М. П. Баранова, Зап. Нижегородск. х. института, 29, 2, 1960.
- 10 И. А. Шишкина, Изв. Каз. филиала АН СССР, сер. биол. н., 8, 1963.
- 11 М. В. Терентьев и Н. Н. Стасенко, в кн.: «Биохимия и физиология растений», Минск, 1958.
- 12 И. И. Гунар, Е. Е. Крастина, Докл. ТСХА, 29, 1957.
- 13 В. Шмелева, И. Хлевнюк, Земледелие и животноводство Молдавии, 10, 1961.

УДК 594.329.22

ЗООЛОГИЯ

Н. Н. Акрамовский

Новый современный вид водных моллюсков из Армении

Gabbiella araxena Akramowski, sp. n.
 (Gastropoda: Prosobranchia: Bithyniidae)

(Представлено академиком АН Армянской ССР В. О. Гулканяном 4/VIII 1970)

1. *Диагноз.* Рис. 1. Раковина кубаревидная, 8 мм высоты, с завитком из пяти ступенчатых оборотов, почти в 1,5 раза превосходящим устье по высоте; с крышечкой, имеющей спиральное, слегка эксцентричное ядро с центром на 40% ширины раковины слева, которое равно около $\frac{1}{3}$ диаметра всей крышечки, с медианным зубом радулы, ширина которого более чем в 1,5 раза превосходит высоту и который имеет 9 зубцов на резце и по 4 зубца по бокам пластинки; с очень длинным придатком пениса, сидящим недалеко от вершины (на $\frac{1}{4}$ общей длины пениса), превосходящим конечную часть собственно пениса в два раза.

2. *Дополнительное описание.* Раковина почти гладкая, тонко поперечно исчерченная, более густо, ясно и правильно, чем у *Bithynia leachi* (Sheppard); роговая. Обороты на периферии несколько уплощенные. Устье яйцевидное, несколько косое, угол вверху мало выражен, края устья цельные, внешний край довольно острый и ломкий, слегка отвернутый; колумеллярный край тоже острый; паритетальный край прикрепленный. Пупок узкий, —уже, чем у *B. leachi*, почти прикрытый и потому в виде узкой щели. Высота раковины до 8, ширина до 5, высота устья до 3,25 мм.

3. *Сравнение.* По наличию спирального ядра у крышечки относится к группе южных родов семейства; по большому количеству зубцов на медианном зубе радулы принадлежит к роду *Gabbiella* Mandahl-Barth, 1968 (¹). По относительно широкому медианному зубу радулы, с острыми боковыми отростками, простирающимися назад примерно столько же, сколько базальная лопасть пластинки, соответствует членам номинативного подрода, а по величине раковины, высоте завитка и высоте медианного зуба — группе видов *sensariensis*. От *G. neumanni* (Martens, 1897) отличается относительно более высоким завитком, а от *G. sensariensis* (Köster, 1852), *G. adspersa* (Jickell, 1874) и *G. zambica* Man-

Mundahl-Barth, 1968 — относительно мелким спиральным ядром крышечки и длинным придатком пениса (впрочем, у последнего из перечисленных видов пенис не известен).

4. *Материал*. Голотип в коллекции Зоологического института Академии наук Армянской ССР (№ 2). Паратипы там же (№ 2a) и в коллекции Зоологического института Академии наук СССР, Ленинград. Их этикетки: Армения, Эчмиадзинский район, селение Аралых (Кёланлу), 830 м над ур. м., 23/X 1963. Г. А. Григорян (Научно-исследовательский институт животноводства и ветеринарии). Кроме того, 3 экземпляра с корродированной верхней частью раковины (коллекция Зоологического института АН Армянской ССР, № 1): Армения, Эчмиадзинский район, озеро Айгерлич, 3/VI 1947, А. А. Рихтер.

5. *Некоторые зоогеографические замечания*. Род *Gabbiella* был пока известен только из Африки, причем из 20 видов 19 встречаются лишь в тропической Африке, а один по Нилу спускается до его дельты, выходя в пределы пустынной зоны африканской части Палеарктики. Находка нового вида этого рода в Закавказье, в фрагменте пустынной зоны, каковой является долина среднего течения Аракса, представляется поэтому неожиданной. Это можно считать доказательством былого более широкого распространения рода, а вид — реликтом более теплых времен, предположительно плиоцена или первой половины плейстоцена, когда ареал рода был сплошным, простираясь от современной долины Аракса через Переднюю Азию в Африку.

Автор очень благодарен Я. И. Старобогатову за то, что он обратил его внимание на этот новый вид.

Зоологический институт
Академии наук Армянской ССР

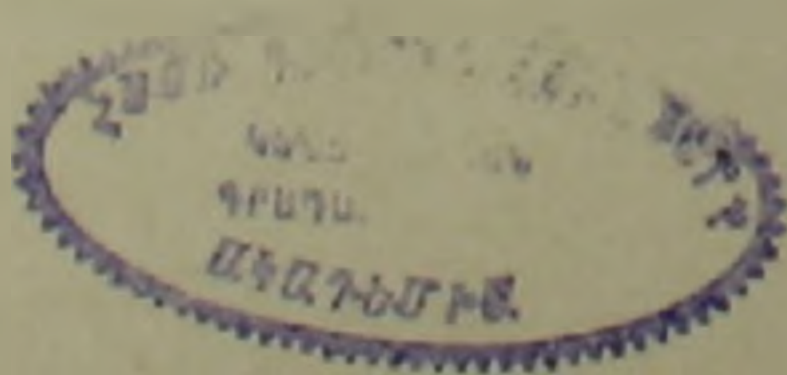
Ե. Ե. ԱՐԵՍՏՈՎՈՎ

Հրալդին փափկամառմիների ժամանակակից նոր տեսակ՝
Gabbiella araxena A k r a m o w s k i, sp. n. Հայաստանից

Հոգաբարձու եկամտագրված է առջևախոնկ խիսունիներից՝ գիտության համար *Gabbiella araxena* նոր տեսակը, որը հայտնաբերված է Արաքսի վտակ Մեծամորում: Գարիբա սեռը նոր է Սովետական Միության ֆաունայի համար, որը մինչև այժմ հայտնի է եղել միայն Աֆրիկայից: Իրա հայտնաբերումը Հայաստանում ապացույց է այն բանի, որ այդ սեռն անցյալում ունեցել է ափսիսային տարածում, իսկ տեսակը հանդիսանում է որպես պիրոցենի կամ պլեյստոցենի առաջին կեսի ունիկոտ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ G. Mundahl-Barth, Rev. Zool. et Bot. Afr., 1, 78:129—160, pls. II—IV (1968).



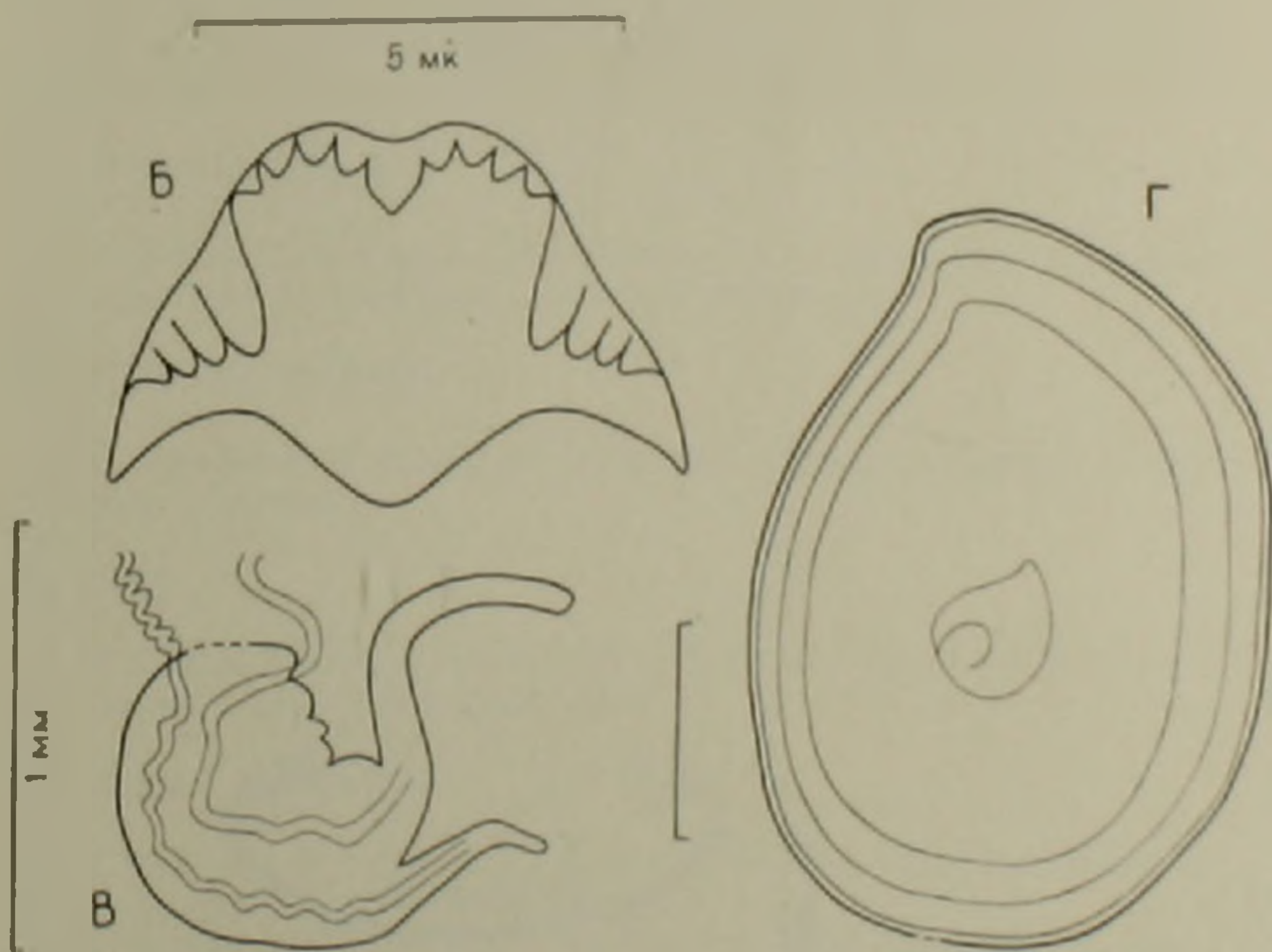


Рис. 1

Qubbietta araxena A k e t a m o w s k i, sp. n.

А—фото раковины, увелич.; высота раковины 6,2 мм; Б—средний зуб радулы; В—пенис, Г—крышечка. (А—голотип, Б—Г—паратипы)