

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

А. Ж. М.

XXXVII, № 1

1963

Խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

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

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

Ի ՈՎ Ա Ն Դ Ա Կ ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն

Մաքեմաթիկա

Ա. Վ. Պետրոսյան, Բ. Ս. Մնացականյան և Շ. Է. Բոգոյան—Հեմինգի կոդի որոշ հատկություններ

Պոլիմերների ֆիզիկա

Ն. Մ. Քուարյան, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ս. Գ. Մացոյան, Ս. Թ. Բարսամյան, Վ. Ն. Պիկալովա, Լ. Ս. Տոլապոյան և Ն. Մ. Մորլյան—Պոլիդիմեթիլվինիլ-էթիլիկարբիձուլի դիէլեկտրիկ կորուստների, դիէլեկտրիկ թափանցելիության և էֆեկտիվ դիպոլային մոմենտի ուսումնասիրությունը

Ինժեներական սեյսմոլոգիա

Ն. Կ. Կարապետյան—Երկրաշարժների էներգիայի որոշումը սեյսմիկական տատանումների հաճախության սպեկտրի հաշվառմամբ

Երկրաբանություն

Հ. Գ. Ղազարյան և Գ. Հ. Շեխյան—Հայաստանի կոլչեդանային հանքավայրերի գենեզիսի հարցի շուրջը

Հանքաբանություն

Բ. Ս. Վարդապետյան, Հ. Գ. Ղազարյան, Գ. Հ. Շեխյան և Է. Գ. Ամիրբեկյան—Նորը Հափանի հանքային դաշտի պարփակող ապառների միներալոգիայում

Պեթրոգրաֆիա

Ս. Ի. Բալասանյան—Հայկական ՍՍՌ-ի տարբեր ֆազիայի մագմատիկ ապառների քիմիզմի հարաբերակցությունը

Բույսերի ֆիզիոլոգիա

Ա. Ա. Շախով, Ս. Գ. Նարինյան և Բ. Մ. Դոլուբկովա—Քլորոպլաստների կառուցվածքի փոփոխությունը ջերմա-ճառագայթման ռեժիմի ազդեցության տակ Արագած լեռան վրա

Վ. Հ. Ղազարյան և Գ. Գ. Գաբրիելյան—Սոխակավորների սեռական և վեգետատիվ վերարտադրության ժամանակ ամինոթթվածնային փոխանակության նույնությունը մասին

Միջառարանություն

Վ. Ա. Ռիխտեր — Antiphrisson Loew սեռի դիշանճերը (Diptera, Asilidae) կովկասի ֆաունայում

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Математика

- А. В. Петросян, Б. С. Мнацаканян и Ш. Е. Бозоян*—Некоторые свойства кода Хемминга 3

Физика полимеров

- Н. М. Кочарян*, чл.- корр. АН Армянской ССР, *С. Г. Мацоян, С. Т. Барсамян, В. Н. Пикалова, Л. С. Толапчян и Н. М. Морлян*—Изучение диэлектрических потерь, диэлектрической проницаемости и эффективного дипольного момента полидиметилвинилэтинилкарбинола 7

Инженерная сейсмология

- Н. К. Карапетян*—Методика определения энергии землетрясений с учетом частотного спектра сейсмических колебаний 15

Геология

- А. Г. Казарян и Г. Г. Шехян*—К проблеме генезиса колчеданных месторождений Армянской ССР 21

Минералогия

- Б. С. Вартапетян, А. Г. Казарян, Г. Г. Шехян и Э. Г. Амирбекян*—Новое в минералогии вмещающих пород Кафанского рудного поля 25

Петрография

- С. И. Баласанян*—Корреляция химизма магматических пород разных фаций Армянской ССР 29

Физиология растений

- А. А. Шихов, С. Г. Наринян и Б. М. Голубков*—Изменение структуры хлоропластов под влиянием температурно-радиационного режима на горе Арагац 33
В. О. Казарян и Г. Г. Гибриелян—Об идентичности аминокислотного обмена у луковичных при образовании цветков и воздушных луковичек 39

Энтомология

- В. А. Рухтер*—Ктыри рода *Antiphrisson* Loew (Diptera, Asilidae) в фауне Кавказа 43

МАТЕМАТИКА

А. В. Петросян, Б. С. Мнацаканян и Ш. Е. Бозоян

Некоторые свойства кода Хемминга

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. Н. Мергеляном 17/1 1963)

В работе ⁽¹⁾ Р. В. Хеммингом полностью решена теоретическая сторона вопроса о нахождении и исправлении одиночных ошибок, однако, как показывает опыт, техническое осуществление таких исправляющих устройств является сложным для параллельных ⁽²⁾ и непрактичным для последовательных передач.

До сих пор не разработан достаточно надежный и простой метод обнаружения и исправления даже одиночных ошибок при передаче цифровой информации, представленной в двоичном виде.

В данной работе выявляются некоторые свойства кода с обнаружением и исправлением одиночных ошибок, которые существенно упрощают его использование.

В работе ⁽¹⁾ рассматривался код с исправлением одиночных ошибок, который из общего числа позиций n для передачи информации использует m позиций. $k = n - m$ позиций используются в качестве проверочных, причем между n и m имеется следующее соотношение:

$$2^m \leq \frac{2^n}{n+1}. \quad (1)$$

Начиная с первого пронумеруем позиции этого кода $a_1, a_2, \dots, a_n$ (где a_i может быть нулем или единицей) и номера позиций представим с помощью k -разрядных двоичных чисел

$$i = \beta_{k,i} \beta_{k-1,i} \dots \beta_{1,i}$$

далее все позиции разобем на k групп так, чтобы данная позиция i входила в r -тую группу, тогда и только тогда, когда $\beta_{r,i} = 1$. Проверочные позиции надо распределить так, чтобы в каждую группу входила хотя бы одна из них.

Для того чтобы эффективность кода $R = \frac{n}{m}$ была большой, необходимо при фиксированном m брать k минимальным, удовлетворяющим условию (1), а это означает, что необходимо брать в каждой группе по одной контрольной позиции.

Такими позициями, которые в соответствии с вышеизложенным разбиением содержались по одной в каждой группе, являются позиции с номерами 2^{r-1} . Для заданного m -позиционного двоичного набора проверочные разряды заполняются таким образом, чтобы в каждой группе число позиций, содержащих единицу, было четным, т. е. принимается:

$$a_{2^{r-1}} = \sum_{\substack{\text{По всем воз-} \\ \text{можным } i \neq 2^{r-1}}} \oplus a_{\beta_{k,l} \cdots \beta_{r+1,l} 1 \beta_{r-1,l} \cdots \beta_{1,l}} \quad (2)$$

$(r = 1, 2, \dots, k)^*.$

Определение 1. n -разрядный двоичный код называется кодом Хемминга, если он удовлетворяет условию (2).

Если происходит изменение кода Хемминга только в одном i -том разряде, то нарушается условие (2) только для тех r , для которых $\beta_{r,i} = 1$.

Таким образом, чтобы исправить одиночную ошибку, надо найти все те $r_1, r_2, \dots, r_s$, для которых нарушено условие (2), и в позиции $l = 2^{r_1-1} + 2^{r_2-1} + \dots + 2^{r_s-1}$ исправить ошибку.

При конкретном применении этого способа исправления одиночных ошибок необходимо создать устройства, обладающие следующими возможностями:

- 1) определение значений проверочных разрядов по формуле (2);
- 2) определение того, является ли данный код кодом Хемминга, т. е. для всех ли групп имеет место соотношение (2) или нет;
- 3) в случае несоответствия нахождение чисел $r_1, r_2, \dots, r_s$ и исправление ошибки в l -й позиции.

Нижеприведенные теоремы выясняют некоторые свойства кодов Хемминга, которые существенно упрощают создание устройства с вышеизложенными возможностями для последовательных передач информации.

После этого, когда будем говорить о двоичном коде, будем предполагать, что в нем имеется n позиций, из которых m используется для передачи информации, причем n выбирается минимальным, удовлетворяющим условию (1).

Теорема 1. Для того чтобы данный n -разрядный двоичный код был кодом Хемминга, необходимо и достаточно, чтобы поразрядная сумма по модулю два всех номеров тех позиций, где записана единица, равнялась нулю.

Доказательство этой теоремы непосредственно следует из следующей системы равенств:

* $\sum \oplus$ означает сложение по модулю 2.

$$\sum_{i=1}^n \oplus a_i \beta_{r,i} = \sum_{\text{по всем воз-}} \oplus a_{\beta_{k,i} \dots \beta_{r+1,i} 1 \beta_{r-1,i} \dots \beta_{1,i}} \quad (3)$$

$$(r = 1, 2, \dots, k).$$

Из равенства (2) следует, что

$$\sum_{\text{по всем воз-}} \oplus a_{\beta_{k,i} \dots \beta_{r+1,i} 1 \beta_{r-1,i} \dots \beta_{1,i}} =$$

$$= a_{2^{r-1}} \oplus \sum_{\text{по всем воз-}} a_{\beta_{k,i} \dots \beta_{r+1,i} 1 \beta_{r-1,i} \dots \beta_{1,i}} = a_{2^{r-1}} \oplus a_{2^{r-1}} = 0.$$

$$(r = 1, 2, \dots, k).$$

Но тогда из равенства (3) следует, что

$$\sum_{i=1}^n \oplus a_i \beta_{r,i} = 0,$$

$$(r = 1, 2, \dots, k).$$

И наоборот, если равенства (4) имеют место, то из равенств (3) следует, что их правые части тоже равны нулю, т. е. имеют место соотношения (2). Этим доказательство теоремы завершается.

Теорема 2. *k-разрядный двоичный код $a_{2^{k-1}-1} \dots a_{2^{r-1}-1} \dots a_{2^0}$, составленный из всех проверочных позиций кода Хемминга, является поразрядной суммой по модулю два всех номеров информационных позиций, где записаны единицы.*

Доказательство этой теоремы сводится к доказательству следующих равенств:

$$a_{2^{r-1}} = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq 2^{r-1}}}^n \oplus a_i \beta_{r,i} \quad (r = 1, 2, \dots, k; \quad \gamma - \text{любое целое}). \quad (5)$$

Для доказательства этого равенства заметим, что

$$\sum_{\substack{i=1 \\ i \neq 2^{r-1}}}^n \oplus a_i \beta_{r,i} = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq 2^{r-1}}}^n \oplus a_i \beta_{r,i} \quad (r = 1, 2, \dots, k; \quad \gamma - \text{любое целое}) \quad (6)$$

потому, что для остальных γ , r -тый разряд его двоичного представления равен нулю. Теперь, так как код является кодом Хемминга, по теореме 1 удовлетворяются условия (4), откуда, если учесть равенства (6), непосредственно получим (5), чем и завершится доказательство теоремы.

Теорема 3. *Номер позиции одиночного сбоя, происшедшего в коде Хемминга, равен поразрядной сумме по модулю два всех номеров тех позиций ошибочного кода, где записаны единицы.*

Доказательство: Предположим, что этот одиночный сбой произошел в позиции с номером $l = \beta_{k,l} \beta_{k-1,l} \dots \beta_{1,l}$. Таким образом, доказательство теоремы сводится к доказательству равенств:

$$\beta_{r,l} = \sum_{i=1}^n \oplus \alpha_i \beta_{r,i} \quad (r = 1, 2, \dots, k).$$

Но

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \oplus \alpha_i \beta_{r,i} &= \alpha_l \beta_{r,l} \oplus \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq l}}^n \oplus \alpha_i \beta_{r,i} = \\ &= \alpha_l \beta_{r,l} \oplus \bar{\alpha}_l \beta_{r,l} \oplus (\bar{\alpha}_l \beta_{r,l} \oplus \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq l}}^n \oplus \alpha_i \beta_{r,i}) = \beta_{r,l}. \end{aligned}$$

Так как сумма в скобках является аналогичной сумме (4) для восстановленного кода Хемминга, поэтому она равна нулю, а

$$\bar{\alpha}_l \beta_{r,l} \oplus \alpha_l \beta_{r,l} = \beta_{r,l}.$$

Этим завершается доказательство теоремы.

Проведен полный анализ логических схем, практически осуществляющих применения этого кода, с исправлением одиночных ошибок для последовательных устройств (магнитная лента, ввод).

Проведенный анализ показал, что вышеизложенные теоремы существенно упрощают его применение и в несколько раз уменьшают количество дополнительного оборудования, требуемого для исправления одиночных ошибок.

Предприятие п/я 13, г. Ереван

Ա. Վ. ՊԵՏՐՈՅԱՆ. Բ. Ս. ՄՆՍՅԱԿԱՆՅԱՆ ԵՎ Շ. Է. ԲՈՋՈՅԱՆ

ՀԵՄԻՆԳԻ ԿՈԴԻ ՈՐՈՇ ԽԱՏԿՈՒՄԵՆՆԵՐ

Հեմինգը ⁽¹⁾ աշխատանքում դիտարկել է երկուական սխեմայով կոդավորված տվյալները, աղմուկների առկայության դեպքում, անսխալ հաղորդելու խնդիրը: Այնպիսի աղմուկների դեպքում, որոնք կարող են աղավաղել ոչ ավելի քան մեկ երկուական կարգ չորսաբանչյուր Ուրկարություն ունեցող հաղորդականության մեջ, Հեմինգը առաջարկել է կոդավորման մի մեթոդ, որը հնարավորություն է տալիս իրականացնել տվյալների անսխալ հաղորդումը:

Սակայն, այդ կոդերի իրականացումը կապված էր մեծ դժվարությունների հետ: Այդ դժվարությունները պայմանավորված էին նրանով, որ անհրաժեշտ էր Ուրկարություն ունեցող կոդի վերածել իրար հետ հասկող, որոշ քանակությամբ խմբերի և դորժողությունների կատարել չորսաբանչյուր խմբի հետ առանձին:

Այս աշխատանքում ի հայտ են բերված Հեմինգի կոդերի որոշ հատկություններ, որոնք ավտոմատ են երեք թեստներում: Այդ հատկությունները ցույց են տալիս, որ կարելի է դորժողությունները կատարել առանց խմբերի բաժանման, որը էապես պարզեցնում է նրանց կիրառությունը:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Р. В. Хемминг, Сб.: Коды с обнаружением и исправлением ошибок, ИЛ, М., 1956. ² Б. С. Мнацаканян, Автоматический контроль ЭВМ параллельного действия. Вопросы радиоэлектроники, Серия VII, электронная вычислительная техника, Вып. 2, 1962.

ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ

Н. М. Кочарян, чл.-корр. АН Армянской ССР, С. Г. Мацюян,
 С. Т. Барсамян, В. Н. Шикалова, Л. С. Толалчян и Н. М. Морлян

Изучение диэлектрических потерь, диэлектрической
 проницаемости и эффективного дипольного момента
 полидиметилвинилэтинилкарбинола

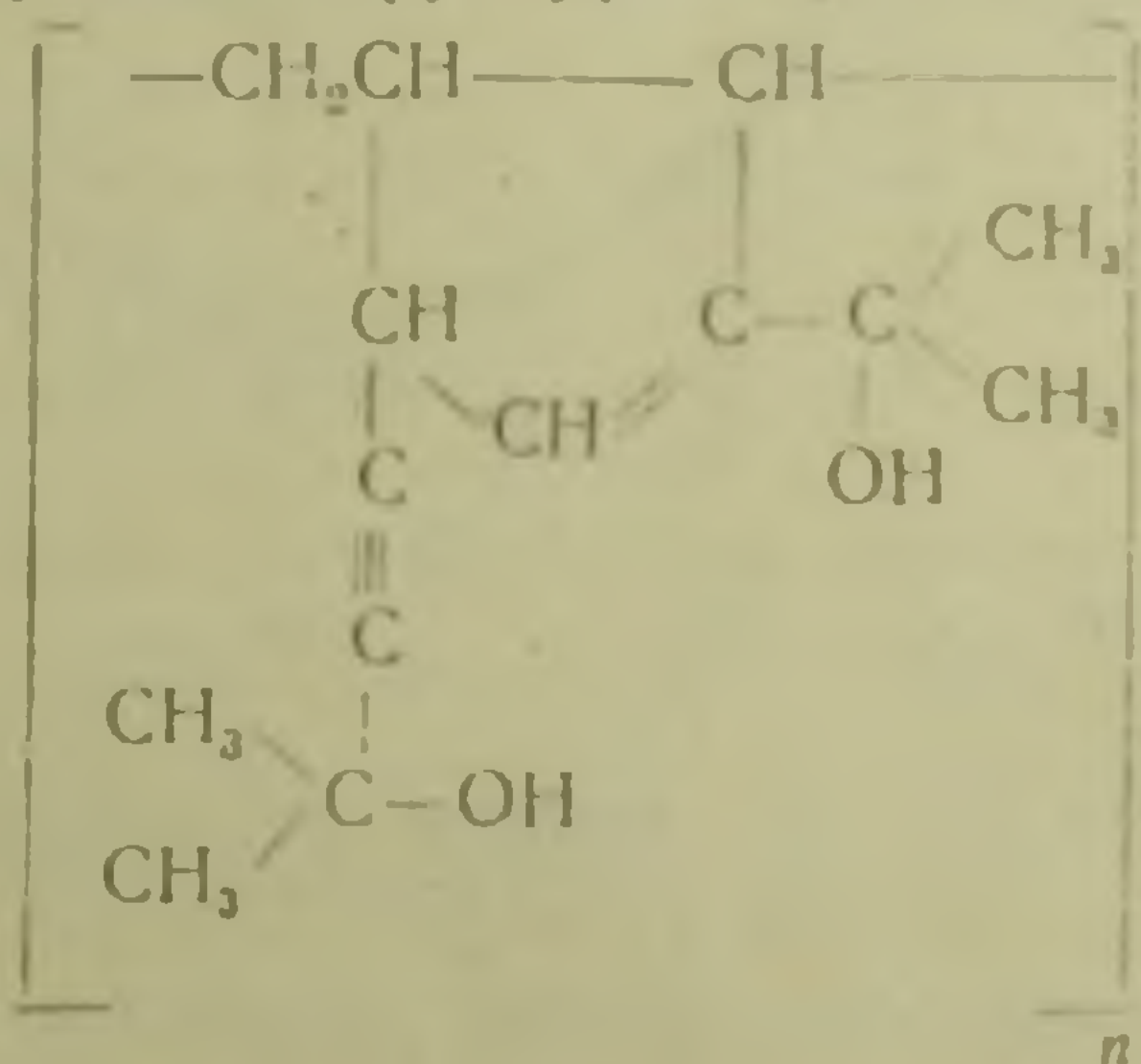
(Представлено 11/1 1963)

Как известно, продукты начальной полимеризации диметилвинил-
 этинилкарбинола (ДМВЭК) нашли широкое применение в производ-
 стве клеев и лаков; однако физико-химические свойства их до сих
 пор почти не изучены из-за невозможности получения конечных ра-
 створимых полимеров.

Ранее было установлено, что причина образования нераствори-
 мых стекловидных полимеров заключается в недостаточном очище-
 нии продуктов полимеризации от мономерных винилэтинилкарбинолов.
 Выделение полимеров винилэтинилкарбинолов в виде высокомолеку-
 лярных линейнорастворимых и устойчивых на воздухе порошков
 дало возможность подробно изучить как реакцию полимеризации, так
 и свойства образующихся полимеров (^{1, 2}).

На основании химических и спектроскопических исследований
 этих полимеров был предложен радикально-цепной механизм поли-
 меризации винилэтинилкарбинолов, согласно которому полимерное
 звено образуется циклизацией двух молекул мономера с образованием
 циклопептеновых колец в главной цепи полимера.

Строение элементарных звеньев полимера ДМВЭК может быть
 представлено следующей структурой (²):



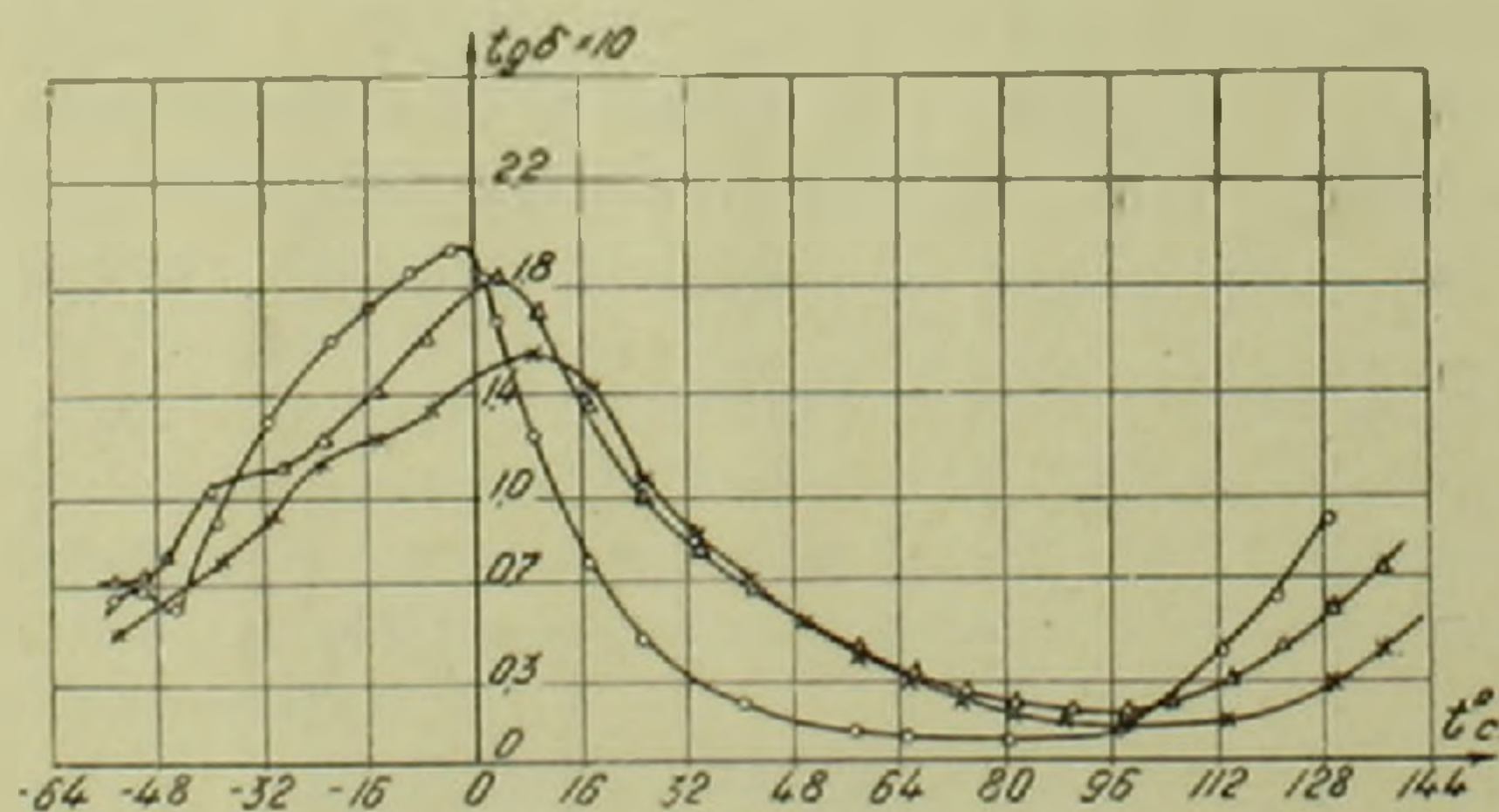
Такое сложное и своеобразное строение полимерных звеньев винилэтинилкарбинолов, содержащих полярные гидроксильные группы, наряду с несопряженной двойной и тройной связями вызвало необходимость в исследовании диэлектрических свойств этих полимеров.

В настоящей работе проведено измерение тангенса угла диэлектрических потерь ($\operatorname{tg} \delta$) и диэлектрической проницаемости (ϵ') в широком температурном и частотном интервале, а также эффективного дипольного момента ($\mu_{\text{эф.}}$) полидиметилвинилэтинилкарбинола (ПДМВЭК).

С целью сопоставления диэлектрических свойств ПДМВЭК со своим мономером нами также проведено измерение $\mu_{\text{эф.}}$ для мономерного ДМВЭК.

Полимер ДМВЭК был получен блочной полимеризацией мономера в присутствии 0,5 мол. % перекиси бензоила при температуре 60 °С. После переосаждения из раствора в метаноле водой и высушивания ПДМВЭК представлял собой белый растворимый порошок с температурой стеклования (T_g) 81 °С. Средневесовой и среднечисловой молекулярный вес полимера равны 142000 и 139000 соответственно, что свидетельствует о значительной монодисперсности ПДМВЭК.

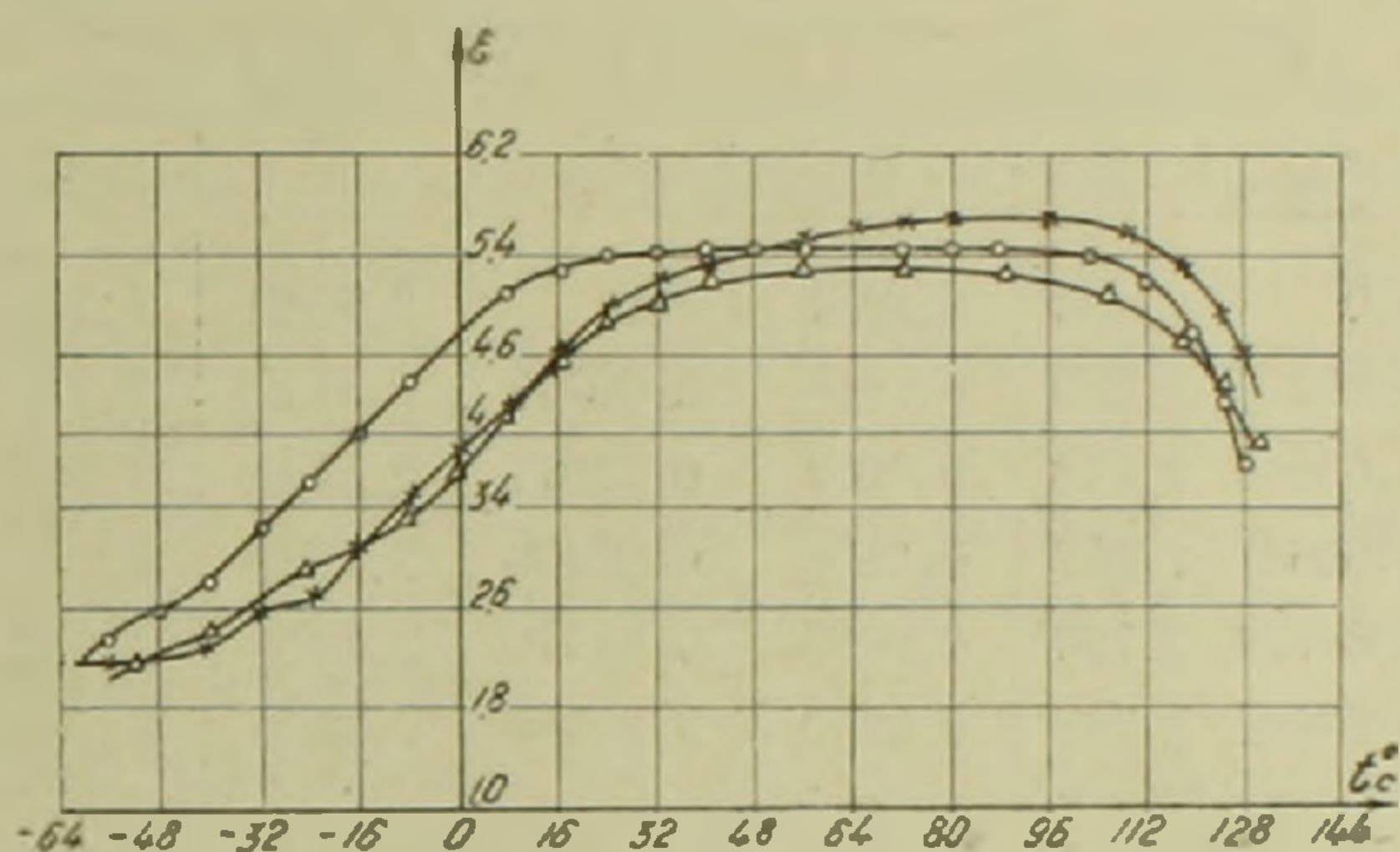
Для исследования диэлектрических свойств в зависимости от температуры и частоты образцы полимера ДМВЭК изготавливались в специальной термостабилизированной пресс-форме в виде дисков диаметром 27 мм и толщиной 1 мм. В качестве электродов применялась алюминиевая фольга толщиной 15 микрон, диаметром 20 мм. Для того чтобы исключить влияние влаги, измерения были проведены в специальной вакуумной колбе с выводами для электродов, термопарой и влагоулавливающим слоем прокаленного хлористого кальция.



Фиг. 1. Зависимость $\operatorname{tg} \delta$ ПДМВЭК от температуры
○—100 кГц, Δ—500 кГц, ×—1000 кГц.

Измерения проводились на измерителе добротности типа КВ—1 в интервале температур —60 °С до +150 °С и при частотах 100, 500 и 1000 кГц. Экспериментальные данные приведены в виде графиков на фиг. 1 и 2.

Для измерения $\mu_{эф}$. ПДМВЭК применялся раствор полимера в диоксане, очищенный для электрических измерений. В качестве растворителя для мономерного ДМВЭК применялся тщательно очищенный бензол. Плотность растворов измерялась пикнометром с точностью 0,005%. Диэлектрическая проницаемость измерялась на приборе Е-12-1 с точностью $\pm 1\%$. В качестве ячейки для измерения электрической емкости применяли стеклянный конденсатор (7). Показатель преломления измерялся на рефрактометре типа ИРФ-22 с точностью $\pm 2 \cdot 10^{-4}$. Измерения были произведены при температуре $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$.



Фиг. 2. Зависимость ϵ' ПДМВЭК от температуры
о—100 кГц, Δ —500 кГц, $\times$ —1000 кГц.

Для расчета эффективных дипольных моментов $\mu_{эф}$ полимера, а также и мономера ДМВЭК был применен метод Г. П. Михайлова и Л. Л. Бурштейн (4), по формуле Харриса и Олдера, выведенной на основании статистической теории поляризации (5). Для сравнения нами проведено определение $\mu_{эф}$ полимера также методом Дебая для разбавленных растворов (3).

Свойства исследуемых веществ и растворителей приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вещество	Мол. вес вещества	Мол. объем вещества	Плотность ρ	Показатель преломления n_D	Диэлектрическая проницаемость ϵ'
ПДМВЭК	220,2**	213,47**	1,0385	1,5135	4,80
ДМВЭК	110,157	123,55	0,8916	1,4750	—
Диоксан	88,1	85,40	1,0315	1,4214	2,4388
Бензол	78,108	88,91	0,8775	1,5011	2,2840

Экспериментальные данные, полученные измерением концентрации раствора (x_2), диэлектрической проницаемости (ϵ') и удельного объема (v) для ПДМВЭК и ДМВЭК, приведены в табл. 2. На осно-

* Для всех веществ значения полученных величин даны при $t=20^\circ\text{C}$.

** Величины соответствуют элементарному звену полимера.

вании экспериментальных данных были построены графики диэлектрической проницаемости и удельного объема растворов в зависимости от концентрации. На прямолинейном участке этих кривых были определены диэлектрическая проницаемость (ϵ_0) и удельный объем (v_0) при бесконечном разбавлении, а также величины

$$\left(\frac{d\epsilon}{dx_2}\right)_{x_2=0} \text{ и } \left(\frac{dv}{dx_2}\right)_{x_2=0},$$

необходимые для расчета. Результаты этих определений приведены в табл. 3.

Таблица 2

ПДМВЭК			ДМВЭК		
x_2	ϵ	v	x_2	ϵ	v
0,0	2,438	0,9697	0,0	2,2840	1,1393
0,00315	2,560	0,9693	0,00717	2,3112	1,1390
0,00516	2,618	0,9691	0,01077	2,3145	1,1387
0,00643	2,667	0,9689	0,01420	2,3329	1,1385
0,00774	2,724	0,9686	0,01770	2,3414	1,1383
0,00892	2,767	0,9680	0,02150	2,3590	1,1381

Таблица 3

Наименов. вещества	ϵ_0	v_0	$\left(\frac{d\epsilon}{dx_2}\right)_{x_2=0}$	$\left(\frac{dv}{dx_2}\right)_{x_2=0}$
ПДМВЭК	2,450	0,9697	+36,11	-0,13
ДМВЭК	2,286	1,1393	+3,21	-0,069

По данным табл. 1 и 2 определены молекулярная поляризация раствора (P_{12}) и растворимого вещества (P_2), величины которых приведены в табл. 4.

Экстраполяция прямолинейного участка кривой зависимости молекулярной поляризации ПДМВЭК в растворе от концентрации, для определения молекулярной поляризации (P_{12}) при $x_2 = 0$ (⁹), показана на фиг. 3. По данным табл. 1, 2, 3 и 4 были определены $\mu_{эф}$ для указанных веществ (табл. 5).

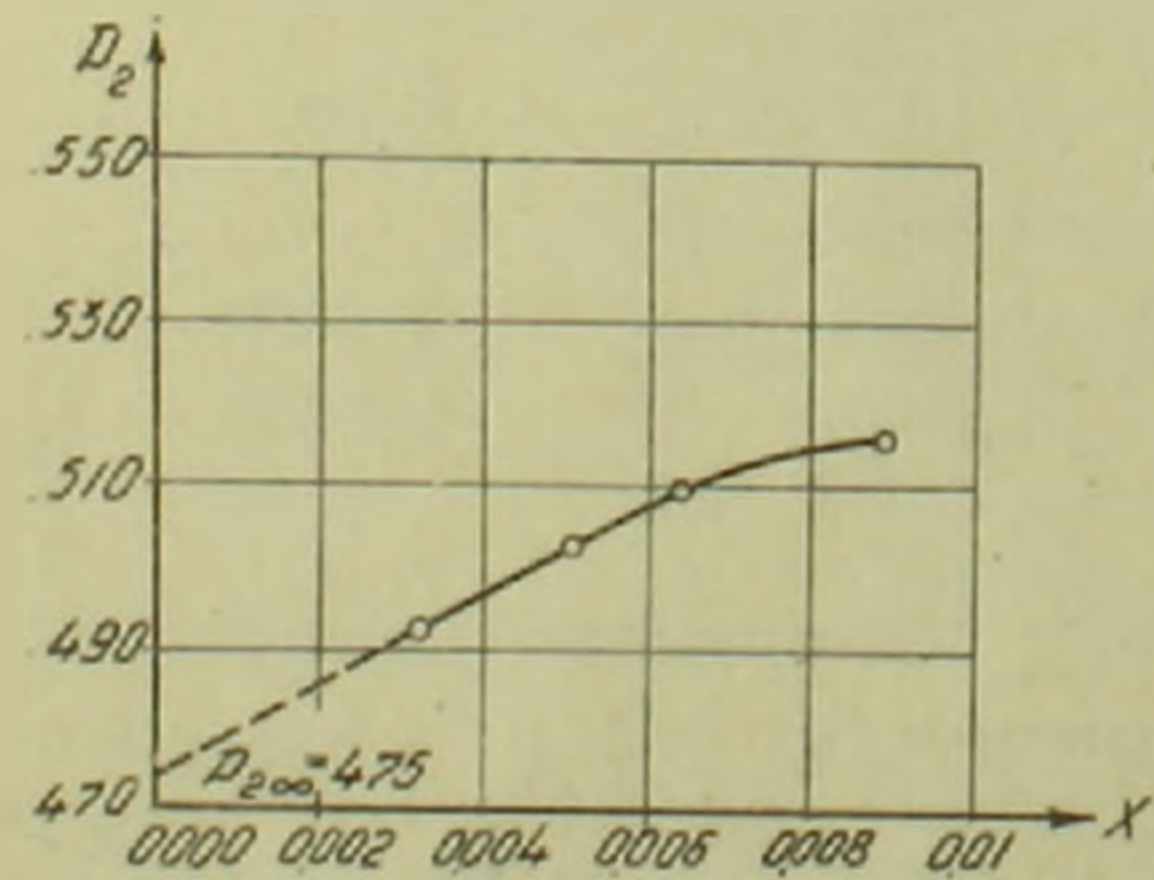


Таблица 4

x_2	P_{12}	P_2
0,00315	29,17	490,0
0,00516	30,13	502,5
0,00643	30,78	509,8
0,00774	31,76	554,7
0,00892	32,03	515,3

Фиг. 3. Зависимость молекулярной поляризации ПДМВЭК в растворе в зависимости от концентрации.

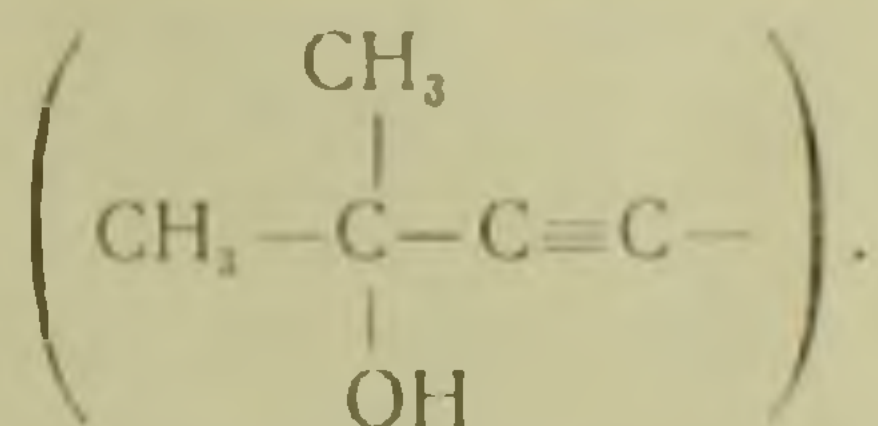
На фиг. 1 видно, что для ПДМВЭК $\operatorname{tg} \delta$ проходит через максимум в области температур намного ниже температуры стеклования полимера. Смещение максимума $\operatorname{tg} \delta$ полимера в область более высоких температур с ростом частоты переменного электрического поля свидетельствует о релаксационном характере наблюдаемых диэлектрических потерь. В области максимумов $\operatorname{tg} \delta$ выполняется равенство $2\pi f_m \tau_m = 1$ ^(10,11), где f_m — частота, при которой

Таблица 5

Наименование вещества	По методу Михайлова и Бурштейн $\mu_{эф.} = 21 \text{ г}$	По методу Дебая $\mu_{эф.}$
ПДМВЭК	5,335	4,45
ДМВЭК	1,63	—

наблюдается максимум $\operatorname{tg} \delta$ и τ_m — наивероятнейшее время релаксации. Графически найденная величина в нашем случае $\tau_m = 10^{-13} \div 10^{-14}$ сек. Вышеуказанные обстоятельства позволяют отнести обнаруженные потери к дипольно-радикальным потерям. Широкий интервал максимума $\operatorname{tg} \delta$ по температуре и широкий спектр времени релаксации дипольно-радикальных потерь ПДМВЭК являются доказательством того, что в процессе релаксации участвуют различные полярные радикалы с различными степенями подвижности.

Как известно, увеличение боковой цепи увеличивает время релаксации данной цепи, с этой точки зрения можно предполагать, что явно выраженные максимумы $\operatorname{tg} \delta$ при температурах $-10^\circ \text{C} \pm 10^\circ \text{C}$ относятся к релаксации диметилэтинилкарбинольной группировке



Полученные экспериментальные данные являются недостаточными для того, чтобы можно было всесторонне решить вопрос о природе дипольно-радикальных потерь. Однако можно высказать предположение, что эти потери обусловлены в основном ориентацией двух гидроксильных групп, находящихся в боковых разветвлениях полимерного звена.

В области высоких температур наблюдается экспоненциальный рост дипольных потерь, удовлетворяющий соотношению ⁽⁶⁾:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{4\pi \gamma_{\text{скв.}}}{\varepsilon' \omega},$$

где $\gamma_{\text{скв.}}$ — электропроводность, ε' — диэлектрическая проницаемость и ω — круговая частота электрического поля.

Чем выше частота переменного электрического поля, тем выше температура, при которой наблюдается резкое экспоненциальное возрастание $\operatorname{tg} \delta$. Эти соображения позволяют считать, что рассмотренные диэлектрические потери являются потерями проводимости.

Необходимо отметить, что во время опыта нами не наблюдаются дипольно-эластические потери, обусловленные движением больших сегментов полимерной цепи вблизи и выше температур стеклования полимера. Это, по-видимому можно объяснить тем, что частоты приложенных напряжений намного выше частот для дипольно-эластических релаксаций полимера. Релаксационный характер данного процесса подтверждается и кривыми диэлектрической проницаемости от температуры при различных частотах (фиг. 2). Характерными для этих кривых, подтверждающими данный релаксационный процесс, являются (⁶):

а) неострый максимум ε при высоких температурах, когда собственное время релаксации полярных боковых группировок сравнимо со временем одного полупериода приложенного напряжения (т. е. $\omega\tau = 1$, где τ — собственное время релаксации полярной группы);

б) при повышении частоты температурный максимум сдвигается вправо по оси температур;

в) при низких температурах время релаксации велико, а с увеличением температуры уменьшается; следовательно, процесс установления поляризации за время полупериода приложенного напряжения успевает развиваться в большой степени; это способствует резкому увеличению ε с температурой. Этот факт нагляден на левой части кривых (фиг. 2); при высоких температурах время релаксации настолько мало, что процесс установления поляризации боковых группировок полностью заканчивается за один полупериод приложенного напряжения и ε начинает медленно уменьшаться с увеличением температуры.

Резкое уменьшение ε при более высоких температурах, по нашему мнению, объясняется термической деструкцией и деформацией материала. Это обстоятельство наблюдается на образцах во время проведения опыта.

Исследование эффективного дипольного момента (табл. 5) показывает, что элементарное звено макромолекулы ПДМВЭК является сильно полярным. При расчетах дипольный момент диоксана $0,54 D$ пренебрегался по сравнению с сильно полярными веществами (^{7, 8}).

Экспериментальные данные недостаточны для того, чтобы указать составные части $\mu_{\text{эф}}$ различных боковых группировок, содержащиеся в элементарном звене макромолекулы. Однако необходимо отметить, что метильные группы (CH_3) в данном случае не будут существенно влиять на $\mu_{\text{эф}}$ элементарного звена из-за незначительной величины собственного дипольного момента ($0,4 D$) (⁹). Это обстоятельство отмечается в работе (¹¹). Очевидно, большой $\mu_{\text{эф}}$ обусловлен гидроксильными группами ($2, 8 D$) (⁹). Этот факт подтверждается также сравнительно большим $\mu_{\text{эф}}$ мономера ДМВЭК. Однако в случае мономера ДМВЭК большой дипольный момент гидроксильной группы несколько компенсируется дипольным моментом винилэтинильной группировки ($-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$).

Как известно, для обычных полимеров винилового типа, об эффекте корреляции судят по соотношениям величин $\mu_{эф.}$ элементарного звена полимера и мономера (¹³).

В нашем случае, в силу значительного отличия величин $\mu_{эф.}$ полимера от собственного мономера, судить об эффекте корреляции невозможно. Это обстоятельство подтверждает сложное стереохимическое строение полимерных звеньев ПДМВЭК и дает основание предполагать, что полимеризация протекает по необычному, циклическому механизму, в противоположность обычной винильной полимеризации.

Для решения вопроса корреляции необходимо синтезировать вещество, имеющее модель элементарных звеньев ПДМВЭК, или исследовать сополимер ДМВЭК с другим неполярным мономером (^{11, 12}).

Центральная научно-исследовательская
физико-техническая лаборатория
Академии наук Армянской ССР

Ն. Մ. ՔՈԶԱՐՅԱՆ, Ս. Գ. ՄԱՅՈՅԱՆ, Ս. Թ. ԲԱՐՍԱՄՅԱՆ, Վ. Ն. ՊԻԿԱՆՈՎՍ,
Լ. Ս. ՏՈԼԱՊՅԱՆ ԵՎ Ն. Մ. ՄՈՌԵՅԱՆ

**Պոլիդիմերիզիկի թինիկարրինոյի դիէլեկտրիկ կորուստները,
դիէլեկտրիկ քափանցելիութիւնը և էֆֆեկտիվ դիպոլային մոմենտի
ուսումնասիրութիւնը**

Ուսումնասիրվել են քիմիական քափականին բարդ կառուցվածք ունեցող պոլիմերի՝ պոլիդիմերիզիկի թինիկարրինոյի դիէլեկտրիկական կորուստների անկյան տանգենսը, դիէլեկտրիկական քափանցելիությունը ջերմաստիճանային և հաճախականության լայն միջակայքում, ինչպես նաև պոլիմերի էլեմենտար օղակի էֆֆեկտիվ դիպոլային մոմենտի մեծությունը, նպատակ ունենալով պարզել քիմիական կառուցվածքի ազդեցությունը տվյալ պոլիմերի դիէլեկտրիկ հատկությունների վրա:

Այս ուսումնասիրությամբ հաստատվեց պոլիմերի էլեմենտար օղակի բարդ կառուցվածքը համեմատած մոնոմերի հետ և, որ պոլիմերիզացիան բնթանում է ոչ թե սովորական վինիլային, այլ ցիկլիկ մեխանիզմով:

Ուսումնասիրությամբ պարզվեց պոլիմերի դիպոլային-ռադիկալային կորուստների գոյությունը փափկեցման ջերմաստիճանից քափականին ցածր ջերմաստիճաններում, որը պայմանավորված է պոլիմերի էլեմենտար օղակի դիմերիզիկի թինիկային խմբավորումով: Պարզվեց նաև, որ այս պոլիմերի էլեմենտար օղակը ունի քափականաչափ մեծ էֆֆեկտիվ դիպոլային մոմենտ, որը համեմատելի չէ մոնոմերի դիպոլային մոմենտի հետ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆ ՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ С. Г. Мацоян, Н. М. Морлян, А. А. Саакян, Изв. АН АрмССР (серия хим. наук), 15, 405 (1962). ² С. Г. Мацоян, Н. М. Морлян, Э. Ц. Геворкян, Авт. свидетельство 155005 (1961). ³ L. K. Bettcher, Dielectrical Polarisation, 1951. ⁴ Л. Л. Бурштейн, Г. П. Михайлов, ЖТФ 27, 688 (1957). ⁵ Ф. Е. Гаррис, J. Chem. Phys. 23, 1663 (1955). ⁶ Г. Н. Сканави, Физика диэлектриков, ГИТТЛ, 1949. ⁷ R. J. W. Le Fevre, Dipole moments, 1948. ⁸ П. А. Микускеч, В. С. Киррен, J. Am. Chem. Soc., 64, 614 (1942). ⁹ К. Д. Неницеску, Органическая химия, ИИЛ, 1962. ¹⁰ Г. П. Михайлов и Б. И. Сажин, Успехи химии, т. 29, 864, 1960. ¹¹ Г. П. Михайлов и Т. И. Борисова, Успехи химии, т. 30, 895, 1961. ¹² Л. В. Микикимо, Дж. К. Шима, J. Am. Chem. Soc. 64, 785, 1942. ¹³ Л. В. Краснер, Г. П. Михайлов, Высокомолекулярные соединения, № 4, 542 (1959).

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОЛОГИЯ

Н. К. Карапетян

Методика определения энергии землетрясений с учетом частотного спектра сейсмических колебаний

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Г. Назаровым 22/1 1963)

Определение общей энергии землетрясения является одной из сложнейших задач современной сейсмологии. Непосредственно определить общую энергию землетрясения невозможно, так как большая часть этой энергии идет на разрушение горных пород и на другие необратимые процессы в очаге. Наиболее достоверно можно вычислить ту незначительную часть энергии, выделившейся в очаге землетрясения, которая преобразуется в энергию упругих сейсмических волн.

Энергия землетрясения может быть определена двумя различными методами. Первый метод основан на вычислении работы, затраченной на преодоление сил сцепления горных пород, то есть на определении энергии деформации земной поверхности при землетрясении. Этот метод является весьма приближенным и при применении требует детального обследования эпицентральной области, а также не может быть использован при слабых землетрясениях.

Второй метод основан на определении энергии сейсмических волн.

Энергия упругих сейсмических волн впервые была определена Б. Б. Голицыным по предложенной им формуле при изучении последствий Памирского землетрясения 18 февраля 1911 г. ⁽¹⁾.

В дальнейшем метод Б. Б. Голицына был развит, а предложенная им формула уточнена путем введения поправок, учитывающих пространственную неравномерность излучения энергии сейсмических волн ⁽²⁾; потенциальную энергию волны, примерно равную ее кинетической энергии ⁽²⁾; криволинейность сейсмического луча, поскольку распространение сейсмических волн не является прямолинейным ⁽³⁾; выделение из суммарной амплитуды падающей и отраженной волн, одновременно записываемых сейсмографом падающей волны, ибо сейсмическая энергия обуславливается только падающей волной ⁽³⁾ и др.

После учета всех поправок энергия излученных из очага объемных волн может быть вычислена по известной формуле ^(4,5)

$$E = 2\pi R^2 \rho c \frac{\sin \Delta \sin e_0}{f(e, \alpha) \cos e} \frac{de}{d\Delta} e^{k\Delta} \int_0^{\tau} v' dt, \quad (1)$$

где R — радиус Земли; ρ — плотность пород в месте расположения сейсмической станции; c — скорость распространения волны; e — угол выхода из очага; e_0 — угол выхода на поверхность Земли; Δ — эпицентральный расстояние; k — показатель затухания; $f(e, \alpha)$ — функция, учитывающая неравномерность излучения энергии, которая зависит от механизма очага; τ — продолжительность землетрясения и v — мгновенная колебательная скорость частиц почвы в падающей сейсмической волне.

Значение интеграла в формуле (1) пропорционально плотности энергии, то есть потоку энергии за все время колебаний, отнесенному к единице поверхности волнового фронта в точке наблюдения. С целью вычисления этого интеграла обычно реальная запись колебания почвы, то есть сейсмограмма землетрясения, представляется в виде отдельных участков незатухающих синусоидальных колебаний. Интеграл весьма приближенно представляется в виде суммы

$$2\pi \sum_{i=1}^{i=n} \left(\frac{A_i}{T_i} \right)^2 t_i,$$

где A_i , T_i — средние значения амплитуды и периода участка колебаний, принимаемого за синусоиду, а t_i — продолжительность колебаний того же участка.

Безусловно, определение этих величин связано с субъективными ошибками, вносимыми интерпретатором.

На больших эпицентральных расстояниях основная часть поступающей энергии связана с поверхностными волнами, энергия которых вычисляется по следующей формуле (5):

$$E = 2\pi R \rho \sin \Delta \int_0^{\tau} v^2 H c dt \cdot e^{k\Delta}, \quad (2)$$

где c — групповая скорость распространения поверхностных волн; H — эффективная глубина проникновения поверхностных волн; остальные обозначения те же, что и в формуле (1).

В последние годы появилась возможность определения энергии сейсмических волн с помощью специальных приборов, разработанных в Московском государственном университете (6,7) и в Институте физики Земли АН СССР (8).

Предлагаемый нами прием определения энергии землетрясения основан на использовании частотного спектра сейсмических колебаний. Частотный спектр сейсмических колебаний с учетом их непероди-

ности может быть получен, если колебания почвы представить в виде интеграла Фурье (9):

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S(\omega) e^{i\omega t} d\omega. \quad (3)$$

Поскольку в формуле (3) функция $f(t)$ описывает закон колебания грунта при прохождении сейсмических волн в течение конечного времени и главная часть комплексного спектра этой функции заключена в области частот $(0, \omega)$, то интегрирование можно выполнять в пределах от момента начала колебательного процесса до его замирания и в области частот от 0 до ω :

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\omega} S(\omega) e^{i\omega t} d\omega. \quad (4)$$

Спектральную плотность комплексной амплитуды $S(\omega)$ можно представить следующим образом:

$$S(\omega) = \frac{\Phi(\omega)}{U(\omega)} e^{i[\varphi(\omega) - \varphi_1(\omega)]}, \quad (5)$$

где $\varphi(\omega)$ — начальная фаза; $\varphi_1(\omega)$ — частотная характеристика прибора; $U(\omega)$ — увеличение прибора.

Как известно, модуль $\Phi(\omega)$ и аргумент $\varphi(\omega)$ комплексного спектра $S(\omega)$ могут быть выражены через коэффициенты Фурье:

$$\Phi(\omega) = \sqrt{A^2(\omega) + B^2(\omega)}, \quad (6)$$

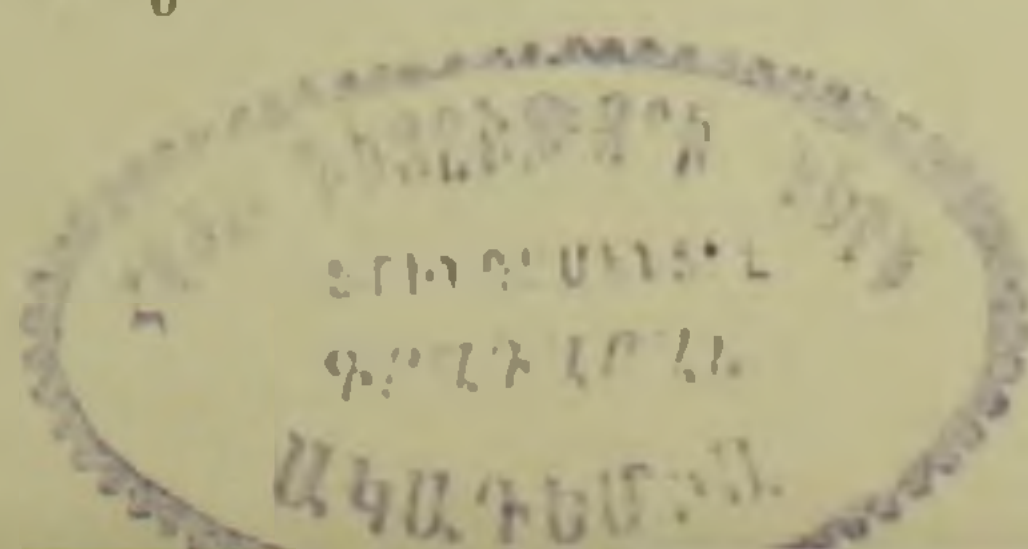
$$A(\omega) = \int_0^t f(t) \cos \omega t dt \text{ и } B(\omega) = \int_0^t f(t) \sin \omega t dt, \quad (7)$$

$$\varphi(\omega) = \arctg \frac{B(\omega)}{A(\omega)} \pm n\pi. \quad (8)$$

Определенные таким путем $\Phi(\omega)$ и $\varphi(\omega)$ представляют собой соответственно амплитудный и фазовый спектр функции $f(t)$. Табулируя значения функции $f(t)$ в зависимости от времени, с помощью электронно-счетных машин получаются амплитудный и фазовый спектры.

По полученным значениям $\Phi(\omega)$ можно вычислить интеграл $\int_0^t v^2 dt$, а следовательно, и определить энергию упругих сейсмических волн, путем использования теоремы Рейли (10), согласно которой:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f^2(t) dt = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} \Phi_1^2(\omega) d\omega. \quad (9)$$



Здесь $\Phi_1(\omega)$ является модулем спектра функции $f(t)$. Следовательно, $\Phi_1^2(\omega)$ представляет спектральную плотность энергии. При определении энергии сейсмических волн функцией $f(t)$ является скорость колебания частиц почвы $f(t) = v$. Ввиду того, что колебания почвы при землетрясении происходят в течение конечного времени и частота гармоник может изменяться не бесконечно, а до определенного значения ω , бесконечные пределы интегрирования заменяются их конечными значениями

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f^2(t) dt = \int_0^{\tau} v^2 dt.$$

Таким образом, для определения величины, пропорциональной плотности энергии (для краткости будем называть эту величину просто плотностью энергии), необходимо вычислить интеграл:

$$\frac{1}{\pi} \int_0^{\omega} \Phi_1^2(\omega) d\omega = \int_0^{\tau} v^2 dt. \quad (10)$$

При этом в формуле (10) $\Phi_1(\omega)$ является модулем спектра скорости.

Как известно, комплексный спектр производной получается из комплексного спектра функции умножением на круговую частоту ω , то есть, имея модуль спектра смещения, можно получить модуль спектра скорости путем умножения $\Phi(\omega)$ на ω . Следовательно, интеграл для определения плотности энергии J примет вид:

$$J = \frac{1}{\pi} \int_0^{\omega} \omega^2 \Phi^2(\omega) d\omega. \quad (11)$$

Величина плотности энергии определяется для отдельных составляющих колебаний аналитическим (с помощью счетных машин) или графическим путем. Суммарная плотность энергии определяется по всем составляющим в падающих волнах, с учетом влияния земной поверхности. Для определения полной энергии объемных сейсмических волн следует значение суммарной плотности энергии подставить в формулу (1).

Подсчет энергии поверхностных волн может быть произведен аналогичным образом, а именно путем определения спектра смещения $S(\omega)$ вышеизложенным способом, вычисления энергии $\mathcal{E}$, распространяющейся в слое единичной толщины ⁽⁵⁾:

$$\mathcal{E} = \rho \int_0^{\tau} c v^2 dt \quad (12)$$

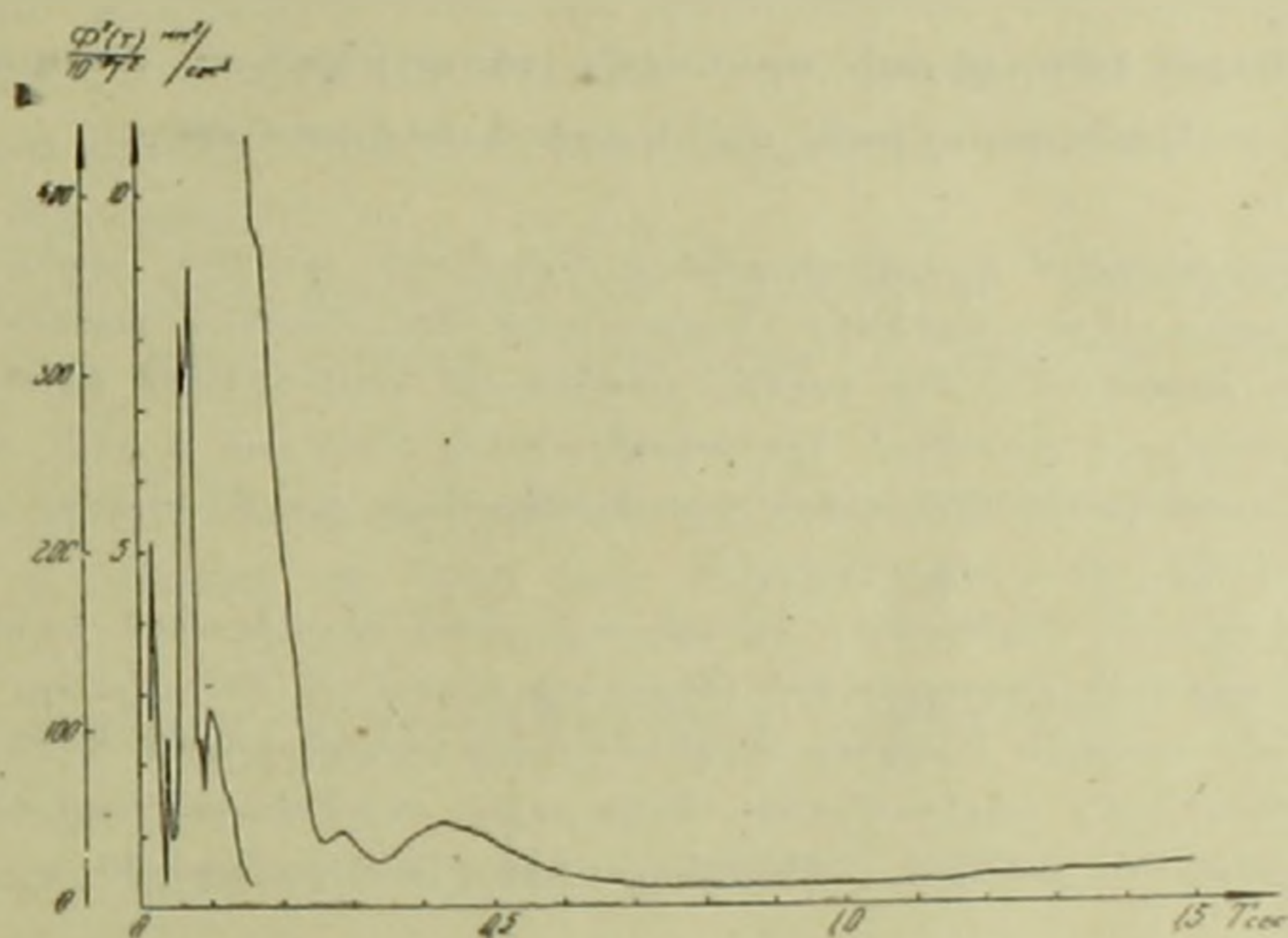
и затем нахождения общей энергии поверхностных волн по формуле (2).

При применении изложенного приема определения энергии землетрясения одновременно можно получить энергетический спектр

землетрясения, а именно кривую распределения энергии сейсмических волн по частоте.

Предлагаемый прием определения сейсмической энергии удобен тем, что используемый частотный спектр может быть с успехом применен также при решении ряда других сейсмологических задач. И наоборот, при решении ряда сейсмологических задач, без дополнительной затраты времени, можно вычислить и энергию землетрясения.

В качестве примера приводим определение плотности сейсмической энергии волн в случае слабого взрыва. Взрыв при количестве заряда взрывчатого вещества в 400 г был произведен на участке, сложенном из базальтов. Запись колебания почвы при этом производилась электродинамическими сейсмографами ВЭИК, расположенными в шахте-колодце на глубине 2,6 м, а именно на слое неветрившегося базальта. Эпицентральное расстояние от очага взрыва до колодца, где была расположена сейсмонизмерительная аппаратура, равно



Фиг. 1

72 м. Поглощение волн средой при таком малом эпицентральном расстоянии может быть не учтено. Азимут очага взрыва по отношению к станции составляет 122° Ю—В.

Анализирована запись смещения почвы, произведенная при этом взрыве горизонтальным сейсмографом З—В.

Амплитудный спектр смещения $\Phi(\omega)$ определен с учетом увеличения и частотной характеристики прибора. При определении спектра, учитывая малое эпицентральное расстояние и сравнительную однородность среды (очаг взрыва и сейсмограф расположены в базальте), разделение волн не было произведено, и вся запись анализировалась в целом.

По имеющимся значениям $\Phi(\omega)$ вычислен и построен энергетический спектр для составляющей З—В, который приведен на фиг. 1. При этом масштаб кривой по оси ординат неодинаков для всей кривой. Для периодов до $T=0,16$ сек. принят масштаб, указанный на

фиг. 1 на шкале слева, и для периодов $T > 0,16$ сек. — масштаб, указанный на шкале справа.

Плотность энергии (вернее величина, пропорциональная плотности энергии) была вычислена графически. Она численно равна площади, заключенной между кривой энергетического спектра, осью абсцисс и ординатами, соответствующими $T = 0,005$ сек. и $T = 1,5$ сек. Определенная таким путем величина, пропорциональная плотности энергии, получилась равной $4,15 \cdot 10^{-7}$ см²/сек.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии
Академии наук Армянской ССР

Ն. Կ. ԿԱՐՍՄԵՏՅԱՆ

Երկրաշարժների էներգիայի որոշումը սեյսմիկական տատանումների հաճախության սպեկտրի հաշվառմամբ

Հոդվածում առաջարկվում է երկրաշարժների էներգիայի որոշման եղանակ սեյսմիկական տատանումների հաճախության սպեկտրի հաշվառմամբ: Սեյսմիկական տատանումների հաճախության սպեկտրը ստացվում է մեր կողմից առաջներում առաջարկված եղանակով ⁽⁹⁾: Ըստ ամպլիտուդների սպեկտրալ խտության նշանակությունների հաշվվում է ⁽¹⁰⁾ ինտեգրալը, որի մեծությունը համեմատական է էներգիայի խտությանը: Ըստ որում այստեղ օգտագործվում է Քելլիի բևեռներ ⁽¹⁰⁾:

Անալիտիկ (հաշվային մեթոդների օգնությամբ) կամ գրաֆիկական եղանակով որոշվում է տատանումների առանձին բաղադրիչների էներգիայի խտության մեծությունը: Էներգիայի դրամարային խտությունը որոշվում է բնկնող ալիքների բոլոր բաղադրիչների համար, հաշվի առնելով երկրային մակերևույթի աղղեցությունը: Մավալային սեյսմիկական ալիքների լրիվ էներգիան որոշելու համար անհրաժեշտ է էներգիայի խտության դրամարային արժեքը տեղադրել ⁽¹⁾ բանաձևում:

Երկրաշարժի էներգիայի որոշման եկտրադրած եղանակի օգտագործման դեպքում միաժամանակ կարելի է ստանալ երկրաշարժի էներգետիկ սպեկտրը, այսինքն՝ սեյսմիկական ալիքների էներգիայի բաշխման կորը ըստ հաճախականության:

Հոդվածում բերված է թույլ պայթեցման դեպքում սեյսմիկական ալիքների էներգիայի խտության որոշման մի օրինակ: Կառուցված է էներգետիկական սպեկտրը և ըստ նրա գրաֆիկորեն որոշված է ալիքների էներգիայի խտությանը համապատասխանող մեծությունը:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Б. Б. Голицын, О землетрясении 18 февраля 1911 г., Избранные труды, 1960, т. II. ² H. Jeffreys, The Pamir Earthquake of 1911 February 18, in Relation to the Depths of Earthquake Foci, Mon. Not. Roy. Astron. Soc. Geophys. Suppl., 1, 1925. ³ С. И. Косенко, К вопросу о вычислении энергии землетрясений, Труды Геофизического института АН СССР, М., 1953, № 21 (148). ⁴ Е. Ф. Саваренский, Н. В. Кочдорская, В. Л. Белотелов, Известия АН СССР, серия геофизическая, 1960, № 5. ⁵ В. Л. Белотелов, Е. Ф. Саваренский, В. Д. Феофилакто, Известия АН СССР, серия геофизическая, 1960, № 11. ⁶ В. Л. Белотелов, Н. В. Вешняков, И. И. Жилев, Известия АН СССР, серия геофизическая, 1959, № 4. ⁷ В. Д. Феофилакто, Известия АН СССР, серия геофизическая, 1961, № 3. ⁸ А. В. Рыков, Известия АН СССР, серия геофизическая, 1959, № 1. ⁹ Н. К. Карапетян, ДАН Армянской ССР, т. XXXIV, № 2 (1962). ¹⁰ А. А. Харкевич, Спектры и анализ, М., 1957.

А. Г. Казарян и Г. Г. Шехян

К проблеме генезиса колчеданных месторождений Армянской ССР

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. С. Мкртчяном 13 XII 1962)

Проблема возраста и генезиса колчеданных месторождений остается остро дискуссионной. До настоящего времени существуют две преобладающие точки зрения относительно возраста и генезиса колчеданного оруденения Армении.

По данным одних исследований оруденение генетически связано с гранитоидными интрузивами. Доводами в защиту этого положения являются:

1) пространственная приуроченность месторождений и гранитоидных интрузивов к одним и тем же структурам — брахантиклинальным поднятиям;

2) наблюдаемая минералогическая зональность по отношению к интрузивам;

3) наличие оруденения в гранитоидных интрузивах и пегматитовых жилах;

4) некоторые данные, свидетельствующие о едином возрасте оруденения жильных образований и интрузивов;

5) развитие однотипного оруденения в породах разного возраста — от юры до эоцена включительно.

Другие исследователи рассматривают возраст колчеданного оруденения в связи с субвулканической деятельностью юрского и третичного возрастов и месторождения генетически связывают с кварцевыми порфирами и альбитофирами.

Сторонники второй точки зрения строят свои предположения, в основном, на возрасте измененных пород:

1) находки галек измененных пород(?);

2) определение абсолютного возраста измененных пород;

3) локальная приуроченность гидротермально измененных пород, а зачастую и оруденения к определенным комплексам эффузивных пород, близких по времени образования к субвулканическим телам той же эпохи.

Развитые на колчеданных месторождениях и вне их пределов гидротермально измененные породы типа казахстанских вторичных кварцитов

до сих пор мало изучены. Они образованы за счет кварцевых плагиопорфиров, кератофиров, порфиритов, туфобрекчий порфиритов и представлены в основном андалузитовой, диаспоровой, алунитовой, серицитовой и существенно кварцевой фациями.

Промышленное оруденение, контролируемое благоприятными структурами, приурочено в основном к кварцевой и серицитовой фациям.

Нередко наблюдается прямая зависимость формы рудных тел от состава вмещающих пород.

При решении вопросов возраста и генезиса колчеданного оруденения уделялось мало внимания соотношениям гидротермально измененных пород, жильных образований и рудных тел.

Одним из авторов для Ахталы (¹) была показана возможность существовавшего разрыва во времени между образованиями гидротермально измененных пород и оруденения. Необходимость постановки этого сложного и дискуссионного вопроса обусловлена следующими фактами.

1. Гидротермально измененные породы на месторождениях Ахтала, Шамлуг, Кафан зачастую слагают безрудные изолированные участки, в то время как рудная минерализация в ряде случаев приурочена к весьма слабо измененным породам.

2. На отмеченных месторождениях явно дорудные дайки диабазов (²) пересекают гидротермально измененные породы.

3. Разрыв во времени образования вторичных кварцитов и оруденения, который пока точно не определен, указывается в работах по Казахстану (³), по Центральной Камчатке (⁴), по Уралу (⁵), по Алтаю (⁶) и др.

4. На территории Армянской ССР известны выходы гидротермально измененных пород, вблизи которых отсутствуют как интрузивные породы, так и оруденение (массив Арагац район с. Шахназар и др.)

5. Противоречивые данные получены в результате определения абсолютного возраста рудной минерализации (галенит) и вторичных минералов из гидротермально измененных пород (серицит) (^{7,8}).

Все это дает основание считать, как полагает Н. И. Наковник (⁹) для Казахстана, что вторичные кварциты на изученных месторождениях образуются в результате фумарольно-сульфатарной деятельности юрского периода.

По последним данным С. И. Набоко (¹⁰) в области современного вулканизма Камчатки и Курильских островов в настоящее время образуются вторичные кварциты, в которых отсутствует рудная минерализация.

Если в действительности будет точно доказано и другими методами исследований, что гидротермальное изменение пород совершалось в период фумарольно-сульфатарной деятельности, то колчеданное оруденение на указанных месторождениях будет резко разорвано во времени от образования вмещающих измененных пород, так как имеются достаточно веские доказательства о генетической связи оруденения с интрузивной деятельностью третичного периода (¹¹).

Оруденение приурочено к породам благоприятным, легко поддающимся метасоматическому замещению. Оно, разумеется, сопровождалось

гидротермальными изменениями вмещающих пород. Однако последние не могут слагать громадные поля измененных и зачастую безрудных пород, явно не соответствующих масштабу оруденения.

Таким образом, в свете приведенных данных можно допустить, что гидротермальные изменения пород на изученных месторождениях происходили двукратно: 1) в юрское время в связи с эффузивной деятельностью без рудообразования (широкие площадные изменения); 2) в третичное время в связи с колчеданным оруденением (относительно локальные, слабые изменения), генетически связанные с интрузивной деятельностью.

Новая трактовка соотношений гидротермально измененных пород и оруденения объясняет ряд противоречий, возникших при изучении колчеданных месторождений. Она предлагается в виде постановки вопроса и требует еще проверки на месторождениях Закавказья, Урала, Алтая и др.

Научно-исследовательский
горно-металлургический институт

Հ. Գ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ ԵՎ Գ. Հ. ՇԵԽՅԱՆ

Հայաստանի կոլչեդանային և աճեցալայրերի գեներալի ևարցի տարջը

Հոգիածում որպես հարցադրում. առաջարկվում է Ախթալա, Շամլուղ և Ղափան կոլչեդանային հանքավայրերի հիդրոթերմալ-փոփոխված ապարների և հանքայնացման հարաբերությունների նոր մեկնարանում: Այդ հարցադրման անհրաժեշտությունը պայմանավորված է հետևյալ փաստերով:

1. Ախթալա, Շամլուղ և Ղափան հանքավայրերի հիդրոթերմալ փոփոխված ապարները մասամբ կապվում են ոչ հանքային տեղամասեր, այն ժամանակ, երբ հանքայնացումը մի շարք դեպքերում կապված է միանպաստյալ թույլ փոփոխված ապարների հետ:

2. Վերոհիշյալ հանքավայրերում գիտադները մինչև հանքային դաշկաները հասնում են հիդրոթերմալ փոփոխված ապարներին:

3. Երկրորդական քվարցիտների և հանքայնացման անջատվածությունը ժամանակի մեջ, որն առայժմ լրիվ չի պարզարանված, նշվում է մի շարք հետադատողների (3—6) աշխատանքներում:

4. Հայկական ՍՍՏԻ-ի տերիտորիայում հայտնի են հիդրոթերմալ փոփոխված ապարների ելքեր, որոնց մոտակայքում բացակայում են ինչպես ինտրուզիվ ապարներ, այնպես էլ հանքայնացում (Արագած լեռնադանգված, Շահնազար գյուղի շրջան և ուր.):

Վերոհիշյալ փաստերի հիման վրա կարելի է համարել, ինչպես սահմանում է Ն. Ն. Նալոֆնի կը¹) Ղազարխանի համար, որ ուսումնասիրված հանքավայրերում երկրորդական քվարցիտներն առաջացել են յուրայի ժամանակաշրջանի փոփոխություն-սոյֆատարային դործունեություն հետևանքով: Հանքայնացումը նրանից ժամանակի մեջ կտրուկ անջատված է և գեներալիզացիան կապված է հետմիջինէոցենյան ժամանակաշրջանի ինտրուզիվ դործունեության հետ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԿԵԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. Г. Казарян, Записки Арм. отд. минерал. общ., вып. 2, Изд. АН Арм. ССР, 1963. ² А. Г. Казарян, С. В. Казарян, Сборник ГНТК, № 2, Ереван, 1962. ³ М. П. Русаков, Г. М. Фрейд, Ученые записки Казахского университета, т. XXVII, вып. V, 1958. ⁴ Г. М. Власов, М. М. Василевский, Труды лаб. вулкан. АН СССР, вып. 19, 1961. ⁵ Г. А. Курицина, Труды горно-геологического института, вып. 33, 1958. ⁶ А. А. Гармаш, Сб. статей в кн.: «Структуры рудных полей и месторождений», 1960. ⁷ А. П. Виноградов и др., Геохимия, № 6, 1960. ⁸ М. А. Гаррис, Тр. 9-й сессии ком. абс. возраста геол. форм, Изд. АН СССР, 1962. ⁹ И. И. Наковник, Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1947. ¹⁰ С. И. Набоко, Труды Лаб. вулк. АН СССР, вып. 17, 1959. ¹¹ Б. С. Бартапетян, Сов. геология, № 10, 1960.

МИНЕРАЛОГИЯ

Б. С. Вартапетян, А. Г. Казарян, Г. Г. Шехян и Э. Г. Амирбемян

Новое в минералогии вмещающих пород
Кафанского рудного поля

(Представлено академиком АН Армянской ССР К. Н. Паффенгольцем 7/1 1963).

Дзорастанское месторождение вторичных кварцитов в Кафанском рудном поле, расположенное в его западной части, представляет интерес в минералогическом отношении. Оно изучалось Армянским геологическим управлением в 1959 году с целью выявления глиноземного сырья. Основанием этому послужили результаты химических анализов пород, в которых содержание Al_2O_3 достигало 50%.

Из минералов, содержащих Al_2O_3 , в породах месторождения установлены каолин, галлуазит и полевые шпаты.

Собранный авторами полевой материал находится в стадии обработки, однако в настоящее время считаем необходимым опубликовать некоторые результаты исследований. Не вдаваясь в детали образования и зональности распределения минеральных фаций вторичных кварцитов Дзорастанского месторождения, что является предметом дальнейших исследований, авторы задались целью кратко описать выявленную ассоциацию минералов: диаспор, диккит, пирофиллит, зуннит, рутил и др., установленную впервые в боковых породах Кафанского рудного поля.

Дзорастанское месторождение представляет интерес еще и в том отношении, что в последнее время здесь установлено молибденовое оруденение. Ниже приводится краткое описание минералов.

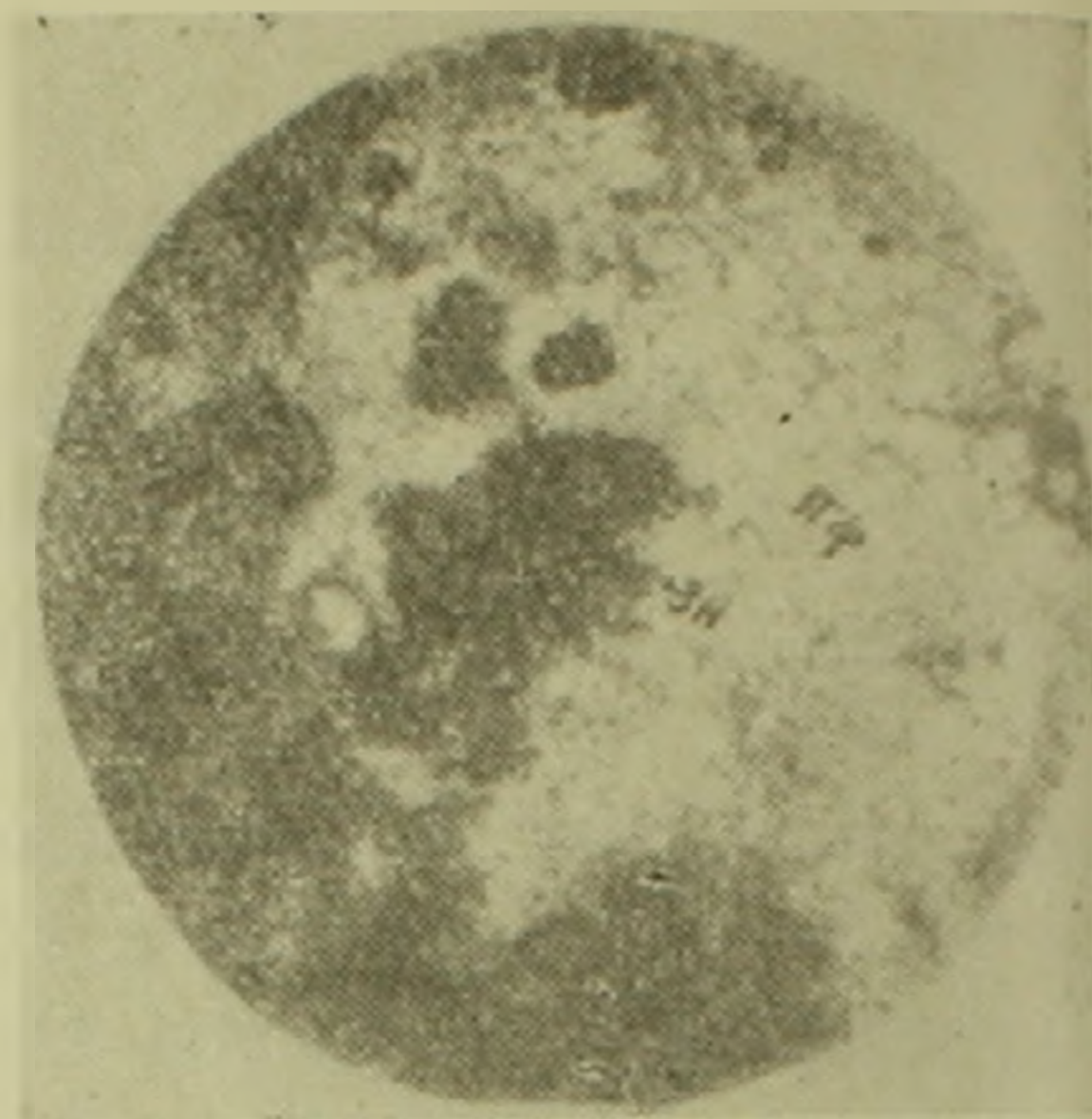
Диаспор встречается в шлифах в виде кристаллов призматической формы с ясной спаянностью. Удлинение отрицательное. Спаянность ясная. Угасание прямое, а в некоторых индивидах косое. $N_g=1,750$, $N_p=1,702$, $N_g-N_p=0,048$. Диаспор тесно ассоциируется с пирофиллитом, диккитом, зуннитом, силлиманитом и топазом. Промежутки между кристаллами диаспора выполнены пирофиллитом и диккитом, фиг. 1.

Пирофиллит под микроскопом не отличим от серицита. Незначительные размеры чешуек не позволяют точно определить оптические константы. Двупреломление порядка 0,040. Химическими анализами устанавливается незначительное содержание K_2O (0,3—0,4%) в породе, состоящей большей частью из пирофиллита. Пирофиллит выявляет позднее образование по отношению к диаспору и зунниту.

Диккит широко развит в шлифах. Встречается в виде агрегатов мельчайших зерен и веерообразных агрегатов, а также чешуйками. Удлинение положительное. $N=1,56$. Двупреломление около 0,007. Оптически положителен. Следует отметить на первую достоверную находку гипогенного диккита в Армении, хотя и в литературе имеются указания на этот счет (^{1,2}).



Фиг. 1. Диккит выявляет позднее происхождение по отношению к диаспору. Шлиф. Увел. 45 $\times$. Николи ||.



Фиг. 2. Зунит (в центре темное) в пирофоллит-диккитовой массе. Шлиф. Увел. 45 $\times$. Николи ||.

Зунит является очень редким минералом (³). Бесцветен, изотропен (фиг. 2).

Характерны треугольные очертания. Размеры зерен незначительные. Рельеф его ниже диаспора и выше диккита. Образует сростания лишь с диккитом и пирофиллитом и выявляет по отношению к ним раннее происхождение.

В шлифах встречены минералы, точная диагностика которых из-за незначительных размеров зерен в настоящее время не представляется возможной. Один из них представлен кристаллами ромбовидного облика с высоким рельефом с отчетливыми зонами роста. Двуосный положительный, удлинение положительное. Двупреломление низкое, порядка 0,004. Другой минерал имеет низкий рельеф по сравнению с вышеотмеченным. Встречается единичными зернами шестиугольных очертаний. Двупреломление низкое. Удлинение отрицательное. Одноосный, отрицательный.

Рутил в шлифах имеет буровато-желтый цвет, а края — красноватый оттенок. Рельеф высокий. Двупреломление порядка 0,27.

Рутил является самым поздним минералом в этой ассоциации. Он приспособляется к кристаллам диаспора и включает в себе зерна диккита.

Кварц и пирит встречаются в промежутках между зернами в подчиненных количествах.

Молибденит* образует прожилки, примазки явно эпигенетического характера, мощность проявления (по скв. 502) около 20 м.

Соотношению оруденения и вторичных кварцитов посвящена специальная статья (4). В настоящее время следует лишь отметить, что молибденовая минерализация одновозрастна с таковой Каджаранского рудного поля и генетически связана с интрузивной деятельностью послесреднеэоценового возраста (5).

Выявление молибденовой минерализации в Кафанском рудном поле является весьма знаменательным фактом. Характерно, что она совершенно закономерно расположена в ряду горизонтальной минералогической зональности, отмеченной для Кафанского рудного поля (6). Отчетливо выраженная зональность проявляется в постепенной смене высокотемпературных минералов низкотемпературными в направлении с запада на восток. Выявленное молибденовое оруденение Дзорастана является ранним членом зонального ряда. К востоку от него располагаются Куртамянские рудники с присущей им серноколчеданной минерализацией. Рудники 7—10, 5—6, 1—2 характеризуются промышленным медным оруденением (халькоспирит, пирит). Барабатурские рудники, находящиеся восточнее, наряду с халькопиритом содержат в рудах сфалерит и галенит. Халькопирит присутствует в подчиненных количествах в рудах Шаумянских рудников, где главенствующую роль занимают галенит и сфалерит. Наконец, руды Халаджского месторождения сложены существенно из галенита и сфалерита.

Указанный зональный ряд лишний раз свидетельствует о единстве источника гидротермальных растворов, образовавших молибденовое, серноколчеданное, медноколчеданное и свинцово-цинковое оруденения. Интересно отметить, что члены зонального ряда, в основном, совпадают с последовательностью установленных стадий минерализации. Это указывает на закономерное развитие процесса рудообразования и в пространстве и во времени.

Научно-исследовательский
горно-металлургический институт

Բ. Ս. ՎՍՐԴԱՄԵՏՅԱՆ, Զ. Գ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Գ. Զ. ՇԵԽՅԱՆ ԵՎ Է. Գ. ԱՄԻՐԲԵԿՅԱՆ

Նորը Ղափանի հանքային դաճի պարփակող ապարտների միներալոգիան

Զորատանի երկրորդային քվարցիտների հանքավայրը գտնվում է Ղափանի հանքային դաճի արևմտյան մասում: Միներալոգիական տեսակետից այն չափազանց յուրահատուկ է:

Վերջին ժամանակներս այդ տեղամասում հայտնաբերված է մոլիբդենային հանքային ապարտներ: Հողվածում նկարագրված է Ղափանի հանքային դաճի պարփակող ապարտներում առաջին անգամ որոշված հետևյալ միներալային ասոցիացիան՝ զիստոլոր, զիկկիտ, պիրոֆիլիտ, գուներիտ, սուտիլ: Մոլիբդենային հանքանյութի հայտնաբերումը Ղափանի հանքային դաճում հանգիստանում է նշանավոր փաստ:

* Впервые молибденит в Кафанском рудном поле обнаружен Л. В. Оганесяном.

Բնորոշ է, որ այդ հանքայնացումը միանգամայն օրինաչափ տեղադրված է հորի-
զոնական միներալոգիական զոնալականություն շարքում, որը նշված էր Վափանի հան-
քային դաշտի համար (6):

Այդ զոնալականությունը պարզորոշ արտահայտվում է, արևմուտքից-արևելք ուղ-
ղությամբ, բարձր ջերմաստիճանային միներալներից դեպի ցածր ջերմաստիճանային միներ-
ալների անցման մեջ: Այդ զոնալականությունը վկայում է այն մասին, որ մոլիբդե-
նային, պղինձ-կոլչեղանային, պոլիմետաղային հանքայնացումները առաջացնող լալնու-
թյունները կապված են միևնույն ադրյուրի հետ: Զոնալ շարքի անդամները հիմնակա-
նում համընկնում են որոշված միներալոգիական ստադիաների հաջորդականության հետ:
Այդ վկայում է հանքաառաջացման պրոցեսի օրինաչափ պարզացման մասին թե տարածու-
թյան և թե մասնական մեջ:

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

¹ Н. А. Ачоян, Минералогия зоны окисления главнейших медно-молибденовых месторождений АрмССР, Изд. АН АрмССР, 1960. ² А. Г. Казарян, Изв. АН АрмССР, сер. геол.-геогр., № 6, 1958. ³ А. Н. Винчелл, Минералогия, Изд. И. Л., 1949. ⁴ А. Г. Казарян, Г. Г. Шехян, ДАН АрмССР, т. XXXVII, № 1, 1963. ⁵ Б. С. Вартапетян, Советская геология, № 10, 1960. ⁶ Б. С. Вартапетян, Изв. АН АрмССР, сер. геол.-геогр., № 2, 1958.

ПЕТРОГРАФИЯ

С. И. Баласанян

Корреляция химизма магматических пород разных
фаций Армянской ССР

(Представлено академиком АН Армянской ССР К. Н. Паффенгольцем 24/XII 1962)

Вопрос химизма как интрузивных, так и эффузивных пород Армении рассматривался в ряде работ (^{1,2} и др.). В настоящей статье ставится задача путем корреляции характерных химических признаков установить отличительные и общие черты химизма магматических пород разных фаций. Необходимо отметить, что выявленные закономерности являются предварительными и подлежат дальнейшему уточнению и пополнению по мере накопления нового фактического материала.

Обработка имеющегося большого количества химических анализов привела к бесспорному выводу, что специфика химического состава магматических пород интрузивной и эффузивной фаций закономерно изменяется во времени. Поэтому наблюдаются значительные различия в химизме разновозрастных интрузивных и эффузивных образований. Наоборот, как интрузивные, так и эффузивные породы, возникшие в определенные периоды геологического времени, обладают многими общими признаками химического состава.

Все это объясняется главным образом изменением от периода к периоду характера и интенсивности тектонических движений, создающих различные геологические обстановки.

Помимо наблюдаемых различий в химизме разновозрастных магматических образований, продукты каждого магматического цикла обнаруживают сходство химизма с продуктами последующего и предшествующего циклов.

Основные признаки химизма разновозрастных магматических пород являются настолько характерными, что они выявляются и при сравнении со средними типами по Дэли.

Установлено, что близкие по времени магматические породы разных фаций обнаруживают некоторые сходные черты химического состава. Так, породы интрузивной и эффузивной фаций мезозоя обладают натриевым характером и общей пониженной щелочностью. Третичные породы обеих фаций характеризуются близким содержанием окислов натрия и калия и общей повышенной щелочностью.

Особенно следует отметить о большом сходстве химизма мезозойских и третичных гранитоидов с тесно ассоциирующими с ними одновозрастными кислыми эффузивами и субвулканическими образованиями. Между мезозойскими гранитоидными, кислыми субвулканическими и эффузивными породами выявлены следующие общие признаки: 1) натриевый характер (у эффузивов более резко выражен); 2) резкое пониженное содержание окисла калия, но часто повышенное — окисла натрия; 3) пониженное количество общей суммы щелочей; 4) обычно пониженное содержание глинозема. Третичным гранитоидам и кислым эффузивам присущи: 1) натри-калиевый или кали-натриевый характер; 2) часто наибольшее содержание окисла калия, 3) наибольшая щелочность; 4) повышенное количество глинозема.

Большое сходство химических признаков близких по времени гранитоидов, кислых эффузивных и субвулканических пород, по-видимому, указывает на то, что они происходили из единых магматических источников, образовавшихся путем выплавления сиалической оболочки.

О генетическом единстве в первую очередь можно говорить для тех гранитоидов, кислых эффузивов и их субвулканических аналогов, которые возникли в течение одного геосинклинального цикла и характеризуются территориальной и геолого-структурной сопряженностью; а также наибольшим сходством химических признаков.

Усматриваются и некоторые различия в химизме одновозрастных магматических пород интрузивной и эффузивной фаций. Так, мезозойские гранитоиды отличаются от эффузивов того же возраста повышенным содержанием кремнезема, но пониженным — окислов железа, обычно магния и кальция. Почти противоположная картина констатируется между третичными интрузивами и эффузивами.

Наблюдаемые различия в химических признаках одновозрастных гранитоидов, кислых эффузивов и субвулканических образований объясняются различными условиями формирования пород разных фаций, их принадлежностью к различным типам тектогенеза, процессами ассимиляции и другими факторами. Очевидно, что при действии таких многочисленных факторов вряд ли можно ожидать полного тождества вещественного состава указанных пород, хотя они, возможно, происходят из единых очагов.

В течение одного геосинклинального цикла образовавшиеся гранитоиды и эффузивы основного состава, хотя, вероятно, происходят из независимых источников, обнаруживают ряд общих петрохимических признаков. Это, возможно, обусловлено тем, что в первой половине геосинклинального развития основная магма эффузивов при прохождении через гранитную оболочку контаминируется и обогащается щелочами и кремнеземом. Обратное явление имеет место во второй половине геосинклинального цикла, когда кислая магма гранитоидов прорывает основные эффузивы, формировавшиеся в первой половине цикла.

На протяжении геологической истории Армении эволюция магматизма характеризуется общей направленностью, состоящей в увеличении щелоч-

ности пород. Эта закономерность впервые отмечена К. Н. Паффенгольцем⁽³⁾. Кроме того, общая направленность эффузивного магматизма отличается прогрессивным увеличением кислотности. Обратная картина наблюдается для интрузивного магматизма, что объясняется возрастанием роли процесса ассимиляции и гибридизма в направлении от ранних интрузивных комплексов к более молодым.

Интересно, что появление богатой щелочами магмы приурочивается во времени к общим поднятиям страны, когда она в основном пережила геосинклинальный режим и вступила на стадию платформенной жизни.

В заключение хочется отметить, что дальнейшее более обстоятельное изучение химизма разновозрастных магматических пород, по нашему мнению, даст возможность их характерные химические признаки возводить в ранг возрастного критерия.

Ереванский государственный университет

Ս. Ի. ԲԱԼԱՍԱՆՅԱՆ

Հայկական ՍՍՌ-ի տարբեր ֆազիայի մագմատիկ ապառների թիմիզմի հարաբերակցությունը

Ինտրուզիվ և էֆուզիվ ֆազիայի մագմատիկ ապառների թիմիական կազմի առանձնահատկությունները որինաչափ կերպով փոփոխվում են ժամանակի ընթացքում: Լիդ ալաունառով տարբեր հասակի ինտրուզիվ և էֆուզիվ ապառների թիմիական կազմի մեջ նկատվում են զգալի տարբերություններ: Նույն հասակի տարբեր ֆազիայի մագմատիկ ապառները ցուցաբերում են թիմիական կազմի մոտ հատկություններ: Հատկապես չափազանց իրար նման են նույնահասակ գրանիտոիդները: Թթու կազմի էֆուզիաները և նրանց սուբհրախային առաջացումները, որը խոսում է նրանց ծագման ընդհանրության մասին: Առաջին հերթին դա վերաբերվում է այն գրանիտոիդներին, թթու էֆուզիաներին և նրանց սուբհրաբխային անալոգներին, որոնք գոյացել են մեկ գեոսինկլինալային ցիկլի ընթացքում: Նշված ապառների թիմիզմի մեջ հայտնաբերված են նաև տարբերություններ: Դա ընական է, որովհետև նրանք ձևավորվում են տարբեր երկրաբանական և տեկտոնական պայմաններում: Մեկ գեոսինկլինալային ցիկլի գրանիտոիդները և հիմքային կազմի էֆուզիաները նույնպես ցուցաբերում են որոշ ընդհանուր պետրոքիմիական հատկանիշներ, թեկուզ նրանք հավանաբար առաջացել են իրարից անկախ մագմատիկ օջախներին: Մագմատիկ ապառների թիմիական կազմը երկրաբանական պատմության ընթացքում փոփոխվել է ալկալիների աճի ուղղությամբ:

Հետաքրքրական է, որ ալկալիներով հարուստ մագմաները ի հայտ են եկել փոքր կովկասի ընդհանուր բարձրացման ժամանակաշրջանում, երբ նա թեկուզ էլ պլատֆորմային է տասր:

Անհրաժեշտ է նշել, որ տարբեր հասակի մագմատիկ ապառների թիմիական կազմի հետադա ավելի մանրակրկիտ ուսումնասիրությունները հնարավորություն կտան ապառների ընդհանուր թիմիական հատկությունները օգտագործել նրանց հասակները որոշելու համար:

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

¹ С. И. Баласанян, Характеристика химического состава разновозрастных интрузивных комплексов Армении, Тр. Ер. ГУ, т. 75, вып. 4, 1961. ² С. И. Баласанян, Химический состав продуктов эффузивного магматизма Армении, там же.

³ К. Н. Паффенгольц, Геология Армении, Госгеолиздат, 1948.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

А. А. Шахов, С. Г. Наринян и Б. М. Голубкова

Изменение структуры хлоропластов под влиянием
температурно-радиационного режима на горе Арагац

(Представлено академиком АН Армянской ССР В. О. Гулкяном 28/1 1963)

Результаты исследований по влиянию космической и ультрафиолетовой радиации в наземных экспериментах в горах дали нам основание считать, что высокогорья должны явиться наземным форпостом в области космической биологии (¹). Из-за непродолжительного пребывания живых организмов в околоземном космическом пространстве и в результате еще малого количества таких опытов, данных о действии экстремальных факторов космоса на растительный организм, пока немногочисленны.

Следует считать совершенно необходимым проведение в горах на высоте 3000—4000 м над уровнем моря комплексных наземных исследований по радиационным проблемам космической биологии. В основе таких исследований должны быть: во-первых, изучение влияния естественного радиационного режима (ультрафиолетовой, инфракрасной, космической и других видов радиации) на организмы; во-вторых, имитация отдельных факторов или «квазикосмических» радиационных режимов для изучения их биологического действия.

Задачей настоящей работы является электронномикроскопическое исследование хлоропластов растений, обитающих на высоте 3225 м. Постановка такой задачи вызвана в данном случае тем, что в условиях высокогорного температурно-радиационного режима Арагаца растения имеют высокий коэффициент поглощения солнечной энергии (¹). Участие же хлоропластов в процессе фотосинтеза, а через него и в обеспечении на космическом корабле биологического круговорота вещества на основе использования энергии солнечного света, ставит хлоропласты в положение чрезвычайно важного объекта исследований по космической физиологии растений. Именно благодаря хлоропластам может быть в длительных полетах обеспечена регенерация воздуха в кабине — поглощение углекислоты, выделяемой человеком или животным, и обогащение атмосферы в кабине кислородом. На космическом корабле будет как бы имитирован естественный круговорот вещества и газов в природе (²).

В качестве основного объекта нашего исследования взят редис сорта Месячный. Он выращивался на высоте 3225 м в условиях открытого

грунта (контроль) и в парниках. Чтобы выяснить, имеет ли значение для структуры и функции хлоропластов спектральный состав солнечной радиации, растения в парниках в течение всего лета выращивались под стеклом (первый вариант) и под полиэтиленовой пленкой (второй вариант).

Спектральное пропускание пленки и стекла, измеренное на спектрофотометре СФ-4, дано в таблице.

Как видно, пленка около половины УФ-лучей (τ 44—59 %) пропускает в той области (240—310 $m\mu$), которая стеклом полностью задерживается. Волны длиной 310—340 $m\mu$, достигающие в горах поверхности земли и имеющие значение для жизнедеятельности растений, пропускаются пленкой значительно больше, чем стеклом. В пределах видимого участка спектра пленка пропускает на 10—25 % меньше стекла, а в области ИК-радиации различия невелики (при $\lambda = 760—1400 m\mu$ $\tau = 76—80$ %).

Таким образом, растения редиса, выращенные в течение вегетационного периода под полиэтиленовой пленкой, облучались относительно больше УФ-радиацией и меньше видимой радиацией по сравнению с растениями под стеклом.

Спектральное пропускание ($\tau^0/\%$) полиэтиленовой пленки и оконного стекла

$\lambda m\mu$	$\tau^0/\%$		$\lambda m\mu$	$\tau^0/\%$		$\lambda m\mu$	$\tau^0/\%$		$\lambda m\mu$	$\tau^0/\%$		$\lambda m\mu$	$\tau^0/\%$	
	пленка	стекло		пленка	стекло		пленка	стекло		пленка	стекло		пленка	стекло
240	44	0	360	64	90	510	73	93	710	75	86	910	80	80
250	45	0	365	64	90	520	75	94	720	75	83	920	80	80
260	49	0	370	64	90	530	74	93	730	75	83	930	80	80
270	51	0	375	64	90	540	74	93	740	75	83	940	80	80
280	53	0	380	64	90	550	74	93	750	75	83	950	80	79
285	55	0	385	64	90	560	75	93	760	76	82	960	80	79
290	55	0	385	64	90	570	75	93	770	76	82	970	79	79
295	56	0	390	64	91	580	76	93	780	76	81	980	80	80
300	56	0	395	65	92	590	76	92	790	76	80	990	80	80
305	56	0	400	66	93	600	77	92	800	77	80	1000	80	80
310	59	2	410	68	94	610	75	90	810	77	79	1020	80	80
315	59	5	420	68	94	620	74	87	820	77	80	1040	80	80
320	61	15	430	68	93	630	73	86	830	77	80	1060	80	80
325	61	30	440	68	93	640	73	90	840	79	80	1080	80	79
330	61	44	450	69	93	650	73	89	850	79	80	1100	80	78
335	62	47	460	70	93	660	75	90	860	79	80	1125	79	78
340	62	55	470	71	93	670	76	90	870	80	80	1150	78	78
345	63	76	480	72	93	680	75	89	880	80	80	1175	78	78
350	63	83	490	73	94	690	75	90	890	80	80	1200	78	78
355	63	86	500	73	93	700	75	87	900	80	80	1250	78	78
												1400	78	78

Такое изменение соотношения между интенсивностью белого света и ультрафиолетовой радиации (относительное ослабление первого и усиления второй), важное с точки зрения фотоэнергетики растений, повлияло на субмикроскопическую структуру хлоропластов.

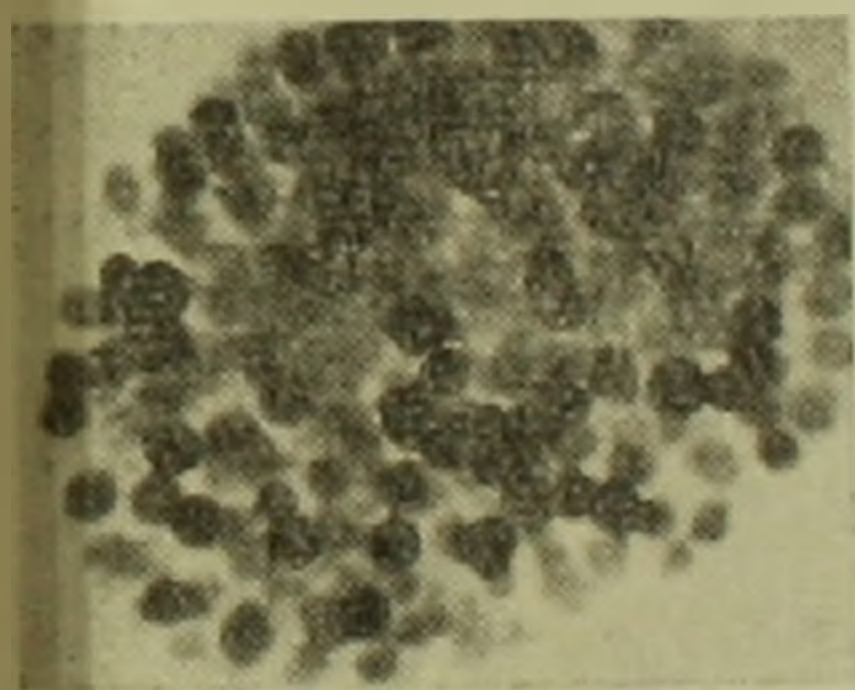
Целые хлоропласты выделялись из листьев по видоизмененной методике Паладе. Фиксатором служила осмиевая кислота в ацетат-верональ-

ном буфере при $\text{pH}=7,4$. Работа проводилась на японском электронном микроскопе IEM-50 при увеличении в 10500 раз.

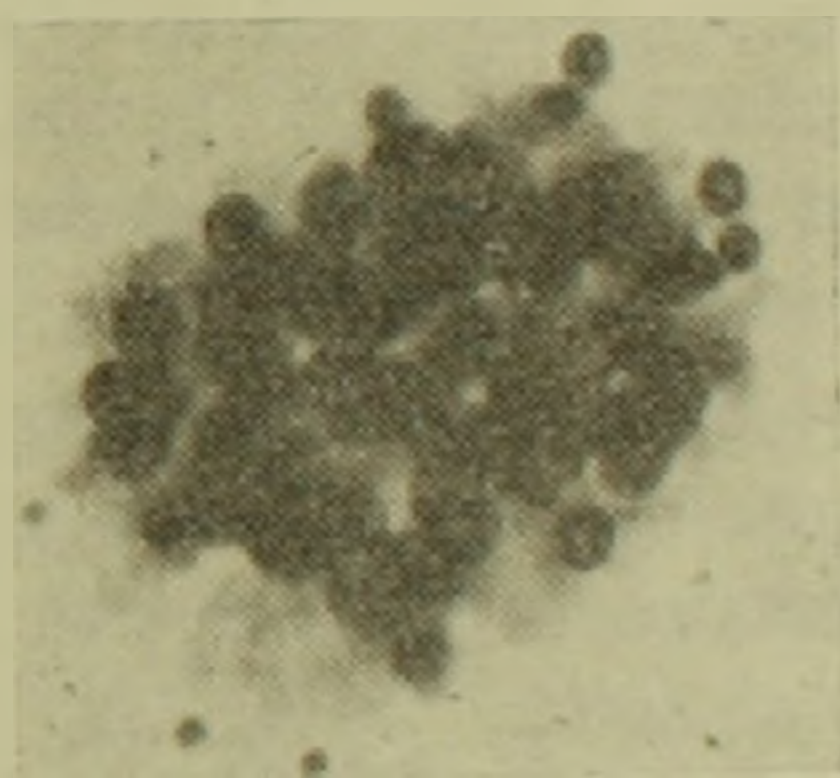
В листьях редиса, выращенного под стеклом, содержатся хлоропласты округлой формы с хорошо обозначенными гранами и крупными осмиофильными гранулами (фиг. 1). Осмиофильные гранулы видны на микрофотографиях в виде черных круглых «шариков», имеющих липоидную природу (³). Как видно, они по своим размерам превышают диаметр гран хлоропласта. (Граны на микрофотографиях выглядят сероватыми дисками).

В листьях редиса, выращенного под полиэтиленовой пленкой, хлоропласты по размеру почти не отличаются от хлоропластов растений под стеклом. Однако по структуре разница довольно заметная. Хлоропласты растений, выращенных под полиэтиленовой пленкой, содержат в строме очень крупные осмиофильные гранулы. Последние в диаметре превышают не резко очерченные граны в полтора-два раза и, соединяясь друг с другом, занимают значительную часть (фиг. 2). Такое обилие в хлоропластах осмиофильных гранул свидетельствует об изменении липидного обмена и о наличии значительного количества свободных липидов, это, по-видимому, связано с изменением радиационного режима, т. е. усилением УФ-облучения на фоне ослабленного белого света.

Какова же структура хлоропластов одновозрастных растений редиса, выращенных рядом в открытом грунте и облучавшихся естественной высокогорной радиацией?



Фиг. 1. Хлоропласты листьев редиса, выращенного под стеклом. 10500 $\times$.



Фиг. 2. Хлоропласты листьев редиса, выращенного под полиэтиленовой пленкой. 10500 $\times$.



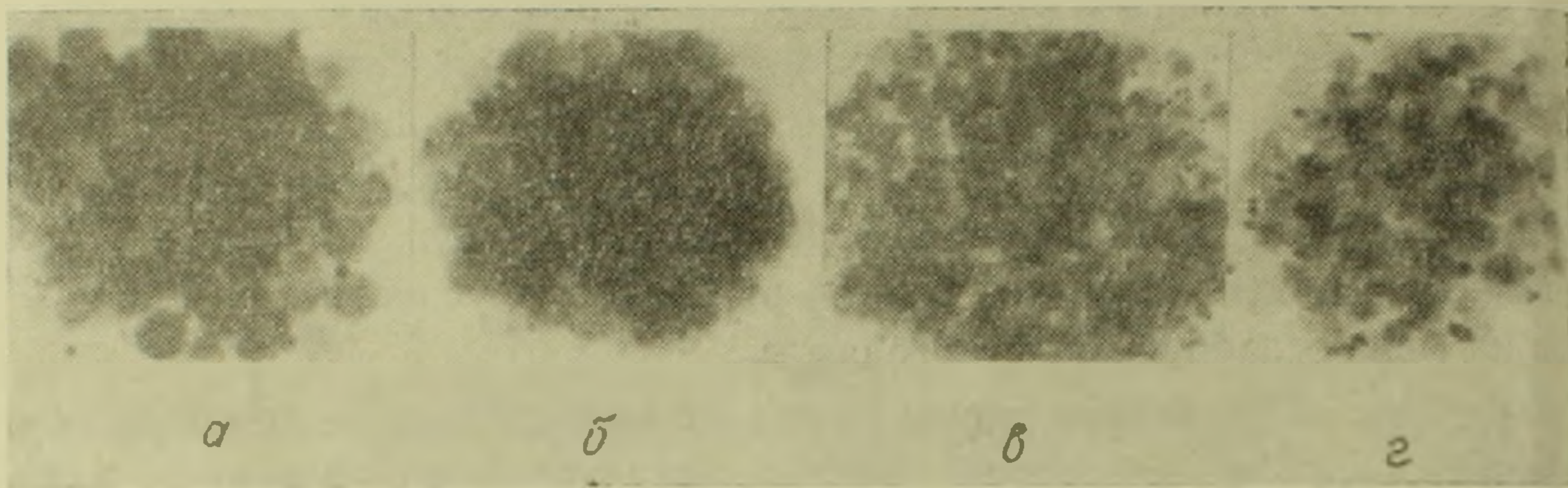
Фиг. 3. Хлоропласты листьев редиса, выращенного в открытом грунте. 10500 $\times$.

Как видно из фиг. 3, хлоропласты имеют более овальную форму средней плотности и содержат небольшие неясно выраженные граны и очень мелкие осмиофильные гранулы. Такая субмикроскопическая структура хлоропласта свидетельствует о том, что в условиях высокогорного температурно-радиационного режима на естественном панхроматическом фоне солнечной радиации хлоропласты редиса имеют нормальное строение. Они не испытывают каких-либо нарушений в липидном обмене.

Изучение хлоропластов дикорастущих растений на горе Араган выя-

вило следующую субмикроскопическую структуру зеленых пластид. Оказалось, что в листьях *Doronicum oblongifolium*, *Oxyria elatior*, *Hyoscyamus niger*, *Delphinium foetidum* хлоропласты большого размера с крупными гранами и мелкими осmioфильными гранулами (фиг. 4 а, б, в, г.)

Наши другие исследования, проведенные на Севере и в Москве, выявили онтогенетическую изменчивость субмикроскопической структуры хлоропластов. В частности, было установлено, что у картофеля, начиная с фазы бутонизации, хлоропласты структурно изменяются. Известно, что спектральный состав света влияет на развитие, фотопериодизм, старение растений (^{4,5}). Однако этот вопрос сложен и противоречив (⁵). Нам представляется, что описанное выше изменение структуры хлоропластов у редиса связано не столько с развитием одновозрастных растений, сколько с изменением радиационного режима.



Фиг. 4. Хлоропласты листьев *Doronicum oblongifolium* (а), *Oxyria elatior* (б), *Hyoscyamus niger* (в), *Delphinium foetidum* (г) в открытом грунте. 105000X.

Поскольку изменение радиационного режима повлияло на спектральные свойства листьев редиса и структуру хлоропластов, то это несомненно повлияло и на фотосинтез. Однако сопоставление изменения спектральных свойств (¹) и хлоропластов приводит к следующему заключению. Наличие в хлоропластах высокогорного редиса, выращенного под полиэтиленовой пленкой, большого количества свободных липидов не препятствует высокому поглощению лучистой энергии, в особенности зеленых и красно-инфракрасных лучей. При сравнении спектральных свойств растений, выращенных под стеклом и пленкой, оказывается, что у растений, имеющих хлоропласты с большим содержанием осmioфильных гранул (под пленкой), поглощение лучистой энергии выше. Это может быть связано с той большой ролью, какую липиды играют в обмене веществ и энергетике растения.

Липиды представляют собой весьма важную часть хлоропластов; в химическом составе хлоропластов они занимают второе место после белков (⁶). Они составляют одну треть сухого веса хлоропластов, участвуют в активном обмене веществ при фотосинтезе и, по-видимому, обеспечивают возможность образования ориентированных квазикристаллических структур, необходимых для эффективного переноса энергии и продуктов обмена веществ (⁷).

Интересная, с точки зрения фотоэнергетики растений, связь между поглощением солнечной энергии и содержанием липидов требует специальных исследований. Как показано нами ⁽⁸⁾, УФ-облучение, приближающееся по интенсивности к космическому, повышает в листьях редиса содержание свободных липидов и увеличивает поглощение лучистой энергии от УФ до ИК.

Таким образом, для структуры и функции хлоропластов имеет несомненное значение спектральный состав и интенсивность солнечной радиации. Учитывая вышесказанные данные, а также материалы о космическом значении фотоадаптации и фотореактивации в растениях ⁽⁹⁾, мы приходим к выводу о важности исследования структуры и функции хлоропластов в условиях цветного света. Выбор же фильтров при облучении растений в космосе, чтобы с максимальной продуктивностью использовать солнечную энергию, требует внимательного отношения и исследования в связи с проблемой фотоэнергетики растений. Все это необходимо иметь в виду при разработке принципов расчета и формирования искусственной среды обитания, при построении замкнутого экологического комплекса в кабинах космических кораблей.

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

Ботанический институт Академии наук Армянской ССР

Ա. Ա. ՇՈՒՈՎ. Ս. Գ. ՆՍՐԻՆՅԱՆ ԷՎ Բ. Մ. ԳՈԼՈՒԲՆՈՎԱ

Քլորոպլաստների կառուցվածքի փոփոխությունը ջերմա-ճառագայթման առեմի ազդեցության տակ Արագած լեռան վրա

Քլորոպլաստների մասնակցությունը ֆոտոսինթեզի պրոցեսում և արեգակնային էներգիայի օգտագործման հիման վրա նյութերի շրջանառության ապահովումը կոսմիկական նախնական, առաջադրում է քլորոպլաստների ուսումնասիրությունը որպես չափազանց կարևոր օբյեկտ բույսերի կոսմիկական ֆիզիոլոգիայում:

Ի նկատի ունենալով այն հանգամանքը, որ բույսերը Արագածի վրա ունեն արեգակնային էներգիայի կլանման մեծ կոեֆիցիենտ ⁽¹⁾ կատարված է քլորոպլաստների էլեկտրոնա-միկրոսկոպիկական հետազոտություն:

Փորձի օբյեկտները եղել են ամսարողիլը և վայրի աճող տեսակները 3225 մ. բարձրության վրա՝ Հետազոտելու համար ուլտրամանրաշագույն և սպեկտրալ կազմի ազդեցությունը, բույսերը աճեցվել են ջերմոցներում՝ ապակու պոլիէթիլենային թաղանթի տակ և բաց զրուհաում: Ուլտրամանրաշագույն ճառագայթները (310—310 մմ) թաղանթի կողմից բաց են թողնվել ավելի, քան ապակու կողմից: Դրա հետևանքով պոլիէթիլենային թաղանթի տակ աճեցված բույսերի քլորոպլաստները իրենց ստրուկուրայում պարունակում են շատ խոշոր օսմիոֆիլ զրանուլներ (նկ. 2): Դա ցույց է տալիս լիպիդների փոփոխությունը, նրանց ազատ ֆրակցիայի պարունակության մեծացումով: Լիպիդային փոխանակության այդպիսի փոփոխությունն չի նկատվում այն բույսերի մոտ, որոնք աճել են բարձր լեռնային արեգակնային ճառագայթման բնական պայմաններում (նկ. 3, 4): Քլորոպլաստների կառուցվածքի և ֆունկցիայի համար նշանակություն ունի արեգակնային ճառագայթման ինտենսիվությունը և սպեկտրալ կազմը: Արեգակնային էներգիան ավելի արդյունավետ օգտագործելու նպատակով կոսմոսում բույսերի ճառագայթադեման դեպքում ֆիյտրենների բնորոշությունը պահանջում է բույսերի ֆոտոէներգիական պրոբլեմի հետ կապված ուսումնասիրություններ:

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. О. Казарян и Г. Г. Габриелян

**Об идентичности аминокислотного обмена у луковичных
при образовании цветков и воздушных луковичек**

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. Х. Бунятыном 29/I 1963)

Эволюция у многих луковичных в новых условиях существования привела к подавлению образования половых органов, взамен которых из меристематических клеток верхушки стебля формируются воздушные бульбочки. По утверждению Е. И. Устинова ⁽¹⁾, не существует твердой грани между вивипарными и семенообразующими видами. Среди луковичных встречаются все переходы от типичного соцветия к соцветиям, носящим лишь бульбочки. При этом у многих видов хотя и появляются цветки, но они сохраняют способность образовывать воздушные луковички на соцветиях при удалении бутонов ^(2,3 и др.). Образование воздушных луковичек на соцветиях вслед за удалением бутонов уже показывает, что пластические вещества, поступающие в меристематические клетки конуса нарастания, участвуют равным образом в образовании как половых, так и вегетативных органов размножения.

Экспериментальными данными нашей лаборатории, полученными за последние годы, установлена зависимость наступления генеративной фазы развития от коренных изменений обмена веществ листьев, в частности от изменения состава свободных и связанных аминокислот, а также углеводов ^(4-7 и др.). Эти данные дают основание предполагать, что луковичные растения при переходе к формированию половых органов размножения, или же вегетативных вместо генеративных, должны проявлять в основном идентичный аминокислотный обмен в листьях, которые в силу этого передают к меристематическим клеткам конуса нарастания стеблей одни и те же аминокислоты. Одна из задач настоящего сообщения заключается в экспериментальной проверке этого предположения.

У листе-стебельных форм растений, как известно, существует определенное функциональное различие между листьями и стеблями. У луковичных указанные органы, будучи хлорофиллоносными, участвуют равным образом как в фотосинтезе, так и в восприятии фотопериодической реакции. Они отличаются в основном тем, что стебли, будучи непосредственным продолжением донца, растут верхушкой и образуют органы генеративного или вегетативного воспроизведения, в то время как листья

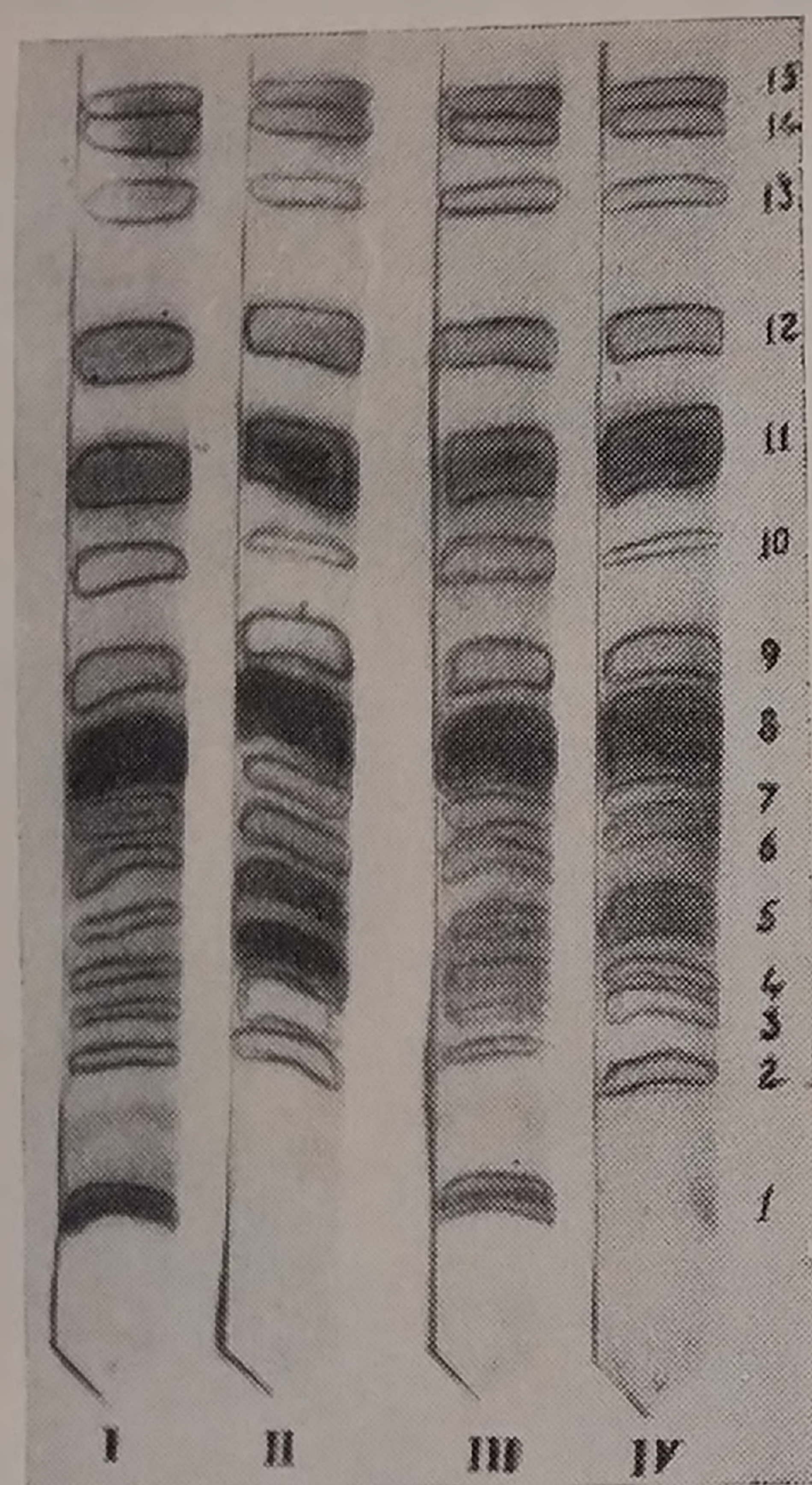
являются лишь ассимилирующими органами. С этой точки зрения должна быть некоторая разница и в аминокислотном обмене указанных органов, т. е. различие в тех аминокислотах, которые поступают из них к формирующим органам воспроизведения или же которые являются составной частью белков клеточной плазмы. Следующая задача настоящего сообщения заключается именно в выяснении указанной разницы в аминокислотном составе.

В качестве объектов для наших экспериментов были взяты лук репчатый (сорт Хатунархи) и многоярусный. Первый в естественных условиях обычно размножается двумя способами: генеративно и вегетативно. В первом случае, формируя семена, во-втором — подземные дочерние луковички. Многоярусный лук размножается лишь вегетативно, образуя одновременно и воздушные и подземные луковички. Воздушные формируются на вершине стебля, которые после достижения определенной вегетативной мощности прорастают на материнском растении, образуя зеленый побег, завершающийся луковичками второго поколения.

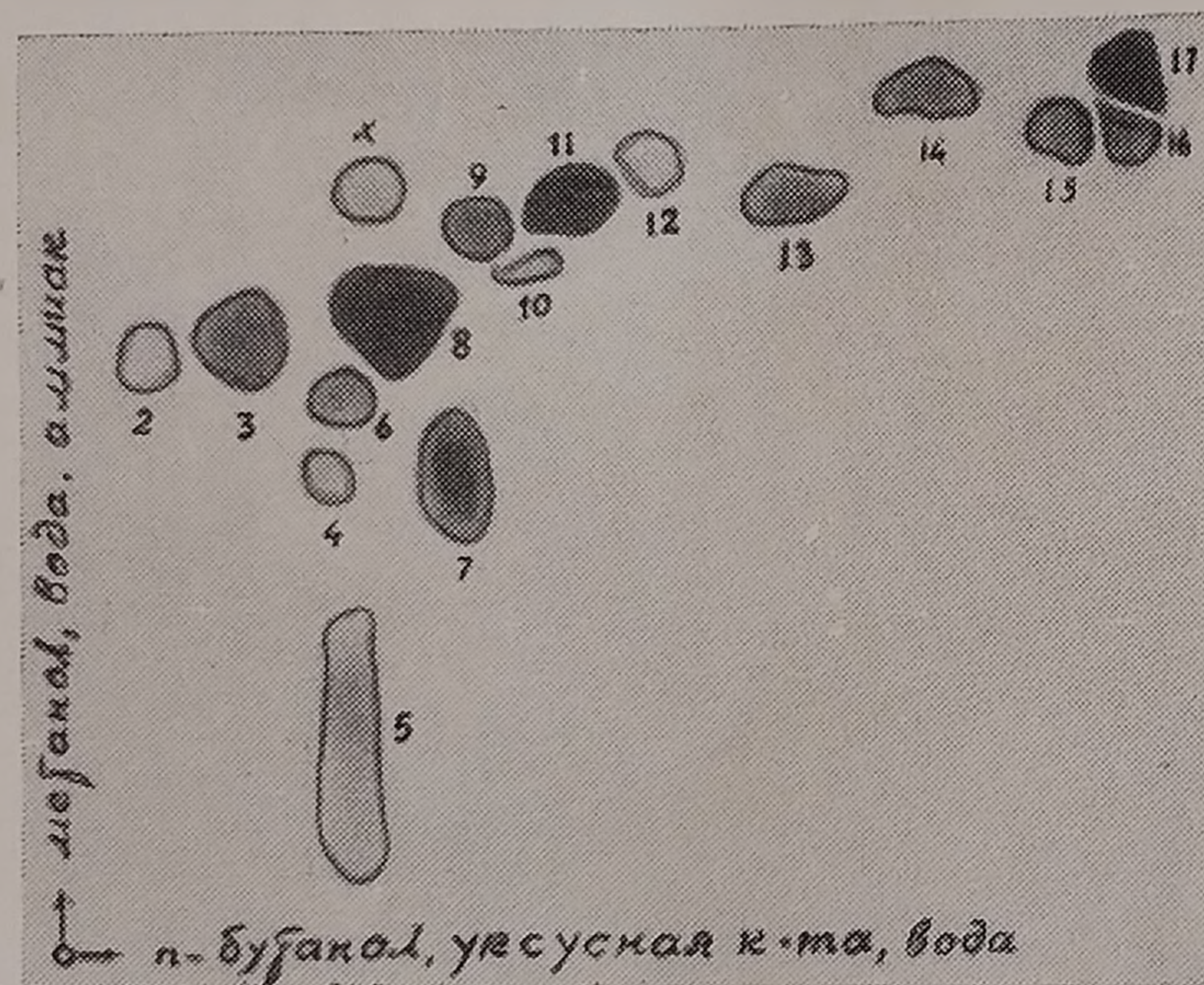
Выращивая в больших глиняных вазонах нормально развитые растения лука репчатого и многоярусного, мы оставляли их до формирования на них цветков и воздушных луковичек. Затем были взяты из них образцы листьев и стеблей для хроматографического исследования свободных и связанных аминокислот, а также сахаров. Методика бумажной хроматографии в основном не отличалась от той, которую мы использовали в наших прежних исследованиях (4-6). Однако для получения двумерной хроматограммы нами использовались в одном случае растворитель, состоящий из смеси *n*-бутанола, уксусной кислоты и воды (5 : 1 : 5), в другом — метанол, концентрированный аммиак и вода (90 : 2 : 8). Проявление производилось как с помощью раствора нингидрина, так и изатина.

На первой хроматограмме (фиг. 1) иллюстрируется состав свободных аминокислот листьев и стеблей лука репчатого и многоярусного. Как наглядно видно, в листьях и стеблях обоих видов лука идентифицированы одни и те же аминокислоты. Разница проявляется лишь в том, что в стеблях подопытных растений (II и IV) не удалось обнаружить цистеин. Это обстоятельство можно рассматривать, во-первых, как показатель того, что в сортовом аспекте не существует разницы в составе свободных аминокислот, во-вторых, в формировании цветков (у лука репчатого) и воздушных луковичек (у многоярусного лука) принимают участие одни и те же аминокислоты.

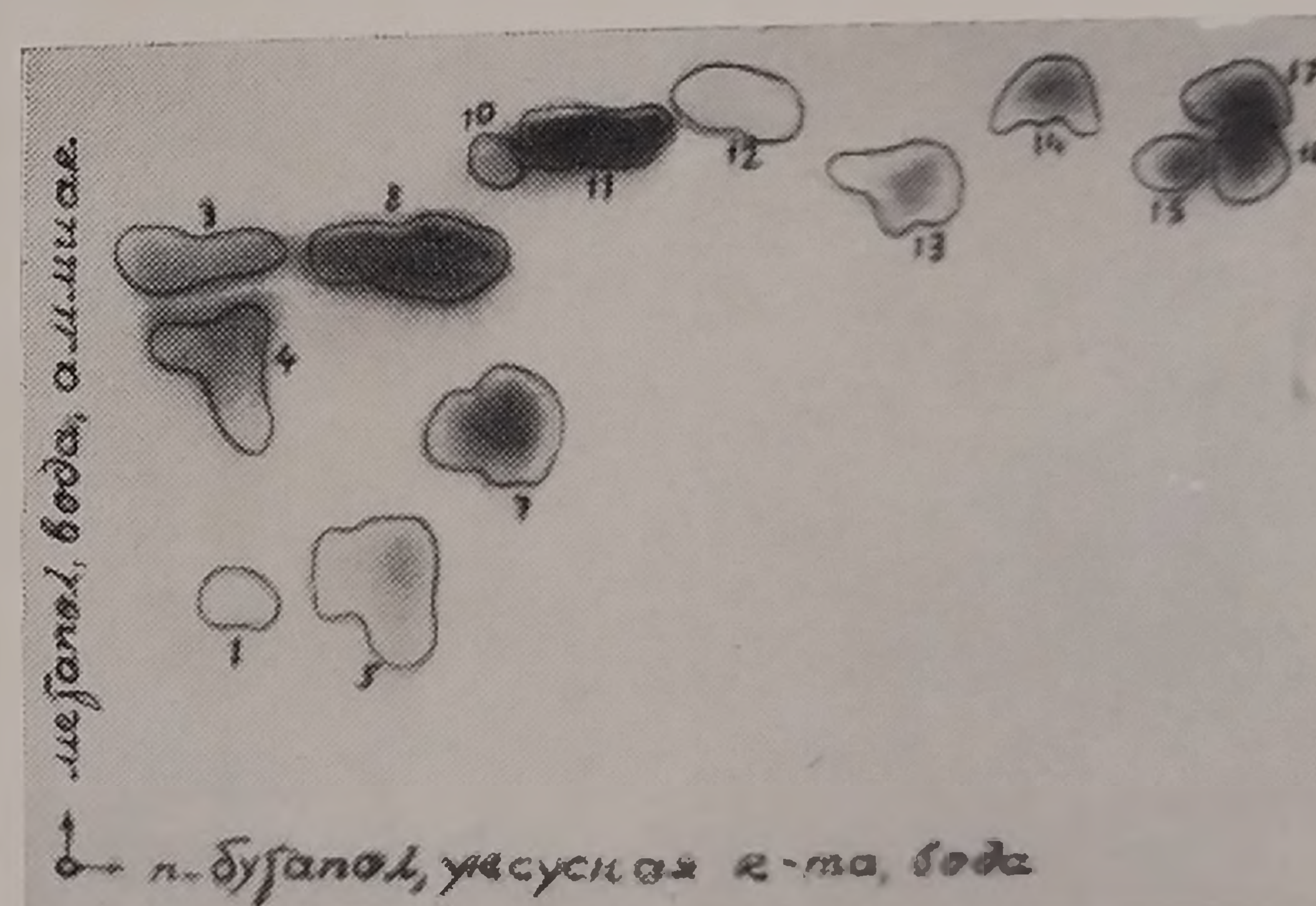
Более наглядное расхождение было выявлено в составе связанных аминокислот листьев и стеблей подопытных растений. В листьях лука репчатого удалось идентифицировать 12 аминокислот, а в стеблях 14 (новыми оказались: цистеин и метионин). В указанных органах многоярусного лука разница в числе связанных аминокислот была сравнительно больше (фиг. 2 и 3). В листьях обнаружено 14 аминокислот, а в стеблях — 17 (новыми аминокислотами являлись аргинин, лизин, серин и одна неидентифицированная). В листьях же был выявлен — цистеин, который отсутствовал в стеблях. Таким образом, мы видим, что разница в со-



Фиг. 1. Состав свободных аминокислот в листьях и стеблях лука репчатого (I и II) и многоярусного (III и IV). I и II листья; III и IV стебли. Аминокислоты: 1—цистин+цистеин; 2—аргинин; 3—аспарагин; 4—аспарагиновая кислота; 5—серин+глицин; 6—глутаминовая кислота; 7—треонин; 8— α -аланин; 9—пролин; 10— α -аминомасляная кислота; 11—метионин; 12—валин; 13—фенилаланин; 14—изолейцин; 15—лейцин.



Фиг. 2. Состав связанных аминокислот в стеблях лука репчатого. Аминокислоты: 1—цистеин; 2—лизин; 3—гистидин; 4—аргинин; 5—аспарагиновая кислота; 6—серин; 7—глутаминовая кислота; 8—глицин; 9—X-неидентифицированная аминокислота; 10—треонин; 11— α -аланин; 12—пролин; 13— α -аминомасляная кислота; 14—валин; 15—фенилаланин; 16—изолейцин; 17—лейцин.



Фиг. 3. Состав связанных аминокислот в листьях лука репчатого (аминокислоты те же, как и в предыдущей хроматограмме, фиг. 2).

ставе связанных аминокислот листьев и стеблей более существенная, чем это было выявлено в отношении свободных аминокислот.

Резюмируя полученные экспериментальные данные, прежде всего мы приходим к выводу, что не обнаруживается заметной разницы в аминокислотном составе листьев и стеблей при формировании как половых, так и вегетативных органов воспроизведения. Смена образования половых элементов вегетативными, как показывают приведенные выше данные, не обусловлена изменением направленности своеобразного аминокислотного обмена листьев или стеблей, как это обнаруживается у однолетних вегетативно израстающих растений (⁷⁻⁸).

По-видимому, подобная смена у луковичных связана с изменением конечных звеньев общего хода процессов генеративного развития, вызванная сначала изменением тех или иных факторов внешней среды, а затем закрепленная в наследственности данных растений. Далее выясняется, что существует определенная разница в составе аминокислот (главным образом связанных) листьев и стеблей, что является отражением морфогенеза последних и в связи с этим их структурного и функционального различия.

Ботанический институт
Академии наук Армянской ССР

Վ. Ն. ՂԱԶԱՐՅԱՆ ԵՎ Գ. Գ. ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆ

Սոխակավորների սեռական և վեգետատիվ վերաբազմադրյալի ծամանակ ամինոթթվային փոխանակության նույնության մասին

Մի շարք սոխակավորների մոտ սեռական օրգանների փոխարեն ցողունների զազաթին ձևավորվում են վեգետատիվ բազմացման օրգանները՝ օղային սոխուկներ: Էքսպերիմենտալ եղանակով ցույց է տրված, որ շատ սորտերի մոտ կոկոնների հեռացումը նպաստում է օղային սոխուկների առաջացմանը: Այս փաստը հիմք է տալիս ենթադրելու, որ գեներատիվ օրգանների փոխարեն օղային սոխուկների առաջացումը կապված չէ բույսերի նյութափոխանակության ուղղության փոփոխության հետ, այլ, ըստ երևույթին, պայմանավորված է գեներատիվ զարգացման պրոցեսների վերջին օղակների խախտման հետ: Այդ խախտումը, հավանաբար, սկզբում կապված է եղել միջավայրի որևէ ֆակտորի փոփոխության հետ, որի պահանջը էվոլյուցիայի ընթացքում վերացել է:

Այս հարցի պարզաբանման նպատակով մեր կողմից կատարված փորձերը ցույց են տվել, որ իրոք զլուխ կազմող (սերմերով բազմացող), ինչպես և օղային սոխուկներ առաջացնող բազմաշարուս սոխերի մոտ վերաբազմադրման փուլում տերևներում և ցողուններում հայտնաբերվում են միևնույն ազատ ամինոթթվուկները (աղ. 1): Փորձի ենթակա երկու սորտերի տերևները ամինոթթվային կազմով չեն տարբերվում: Աննշմարելի տարբերություն է հայտնաբերվում միայն ցողուններում որոնց մոտ բացի մյուս կրկնվող ամինոթթվուկներից ի հայտ է գալիս նաև ցիստեին: Այս փաստը ցույց է տալիս, որ անկախ այն բանից, թե տվյալ սոխակավոր բույսը ինչ ճանապարհով է բազմանում, նրա մեջ ամինոթթվուկների կազմը մնում է անփոփոխ:

Կապված ամինոթթվուկների կազմի ուսումնասիրությունները (նկ. 2 և 3) ցույց են տալիս, որ սոխի ցողուններում ավելի մեծ թվով ամինոթթվուկներ են հայտնաբերվում, քան տերևներում: Տվյալ դեպքում դա արդեն վկայում է այդ երկու օրգանների ծագման և ֆունկցիոնալ տարբերության մասին: Ցողունները չնայած տերևների նման ֆոտոսինթեզ

են կատարում և միաժամանակ հանդիսանում են ֆոտոսինթեզի ռեակցիա ընդունող մակերես, այնուամենայնիվ լինելով սոխուկի հատակի շարունակություն և կրելով զենեքաձև օրգաններ, որակապես տարբերվում են տերևներից, որը և դրսևորում է նրանց կապված ամինոթթուների կազմի մեջ:

ЛИТЕРАТУРА — Գ Ր Ա Վ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

¹ К. Ц. Устинова, Бот. журнал, 29, 5, 1944. ² А. А. Авакян, „Агробиология“, 2, 1948. ³ К. А. Литвинчук, „Сад и огород“, № 5, 1948. ⁴ В. О. Казарян, Э. С. Авунджян и К. А. Карапетян, ДАН АрмССР, 29 № 5, (1959). ⁵ В. О. Казарян, Э. С. Авунджян и К. А. Карапетян, ДАН АрмССР, 29, № 4 (1959). ⁶ В. О. Казарян, Э. С. Авунджян и К. А. Карапетян, ДАН АрмССР, 30, № 2, (1960). ⁷ В. О. Казарян, Физиологические основы онтогенеза растений, Ереван, 1959. ⁸ В. О. Казарян и Э. С. Авунджян, ДАН АрмССР, 78, 3, 1959. ⁹ В. О. Казарян и К. А. Карапетян, ДАН АрмССР, 34, № 2 (1962).

ЭНТОМОЛОГИЯ

В. А. Рихтер

Ктыри рода *Antiphrisson* Loew (Diptera, Asilidae)
 в фауне Кавказа

(Представлено академиком АН Армянской ССР В. О. Гулканяном 9/1 1963)

Род *Antiphrisson*, описанный Левом (¹) в 1849 году, характеризуется следующими признаками: лицевая борода густая, из тонких волосков и щетинок; щиток с 2 пучками волосков на поверхности; ноги красновато-желтые с черными продольными полосами; яйцеклад с боков не сдавленный, конический, густо покрыт короткими щетинками, направленными вперед (к голове). Лев (¹), а также Лихтвардт (²) и Энгель (³) приводят к качеству родового признака также отсутствие крепких щетинок по заднему краю тергитов брюшка, однако, этот признак непостоянен; эти щетинки в той или иной мере имеются у видов рода *Antiphrisson* Loew; у *A. elachypteryx* Loew и *A. anushae* V. Richt. sp. n. они хорошо развиты у подавляющего большинства экземпляров. В связи с этим вышеуказанный признак следует исключить из родовой характеристики.

Распространение рода *Antiphrisson* Loew ограничено Палеарктикой; он включает около 10 видов, заселяющих южные степные и пустынные области Палеарктики. На Кавказе *Antiphrisson* Loew представлен 4 видами, из которых один является новым для науки. Ниже приводятся описание нового вида и данные по другим видам этого рода, включающие после латинского названия вида перечисление коллекционных материалов (Mat.), краткую характеристику условий обитания (там, где имеются соответствующие наблюдения) и общие данные по географическому распространению.

1. *Antiphrisson adpressus* Loew.

Mat.: Грузия: Тбилиси, 18/IX 1956 (1 ♂, 1 ♀; В. Зайцев), 30/VIII, 18/IX 1959 (3 ♂♂, 2 ♀♀). Армения: Ереван, 7/IX 1962 (2 ♀♀; В. Рихтер).

Встречается на крутых скалистых склонах, покрытых нагорно-ксерофильной растительностью в конце лета и осенью.

Распространение: Закавказье, Средняя Азия. Малая Азия, Египет.

2. *Antiphrisson anushae* V. Richter, sp. n.

Лицо, лоб и темя в густой, серебристо-белой пылице; глазковые щетинки белые; лоб по бокам в толстых белых волосках; лицевой бугорок небольшой, удален от основания усиков на расстояние, несколько превышающее длину их 1-го членика; лицевая борода состоит исключительно из белых волосков и щетинок; хоботок черный; щупальца в белых волосках; бакенбарды густые, белые; усики черные, их базальные членики в белых волосках; третий членик узкий, ланцетовидный; ариста короче половины третьего членика усиков. Затылочные щетинки белые.

Среднеспинка бурая, в стоячих черных и белых тонких щетинках; срединная бурая полоса в передней части среднеспинки широкая, не доходит до щитка, разделена золотисто-опыленной полоской, очень широкой в передней части, а затем суженной, в черных щетинках; дорзоцентральные щетинки черные, смешанные с белыми, в числе 2—3 переходят вперед за поперечный шов; среднеспинка в задней половине между дорзоцентральными щетинками в рассеянных стоячих белых волосках. Щиток в желтовато-белой пылице, по заднему краю с 4—6 длинными белыми щетинками, сверху по бокам в стоячих белых волосках. Бочки груди в густой желтовато-белой пылице и рассеянных длинных белых волосках; гипоплевры с вертикальным рядом из 2—3 белых щетинок.

Ноги в густых прилегающих белых волосках и белых щетинках; бедра красновато-желтые спереди с широкой продольной черной полосой; голени красновато-желтые с антеровентральной черной полосой, наиболее резко выраженной на задних голених; лапки желтые, их членики слегка затемнены на вершине, в светлых и темных щетинках; коготки черные, с желтым основанием; пульвиллы желтые.

Крылья короткие, у ♂ доходят до 4—5 тергита брюшка, у ♀ до 6-го тергита, прозрачные, с желтыми жилками; средняя поперечная жилка расположена над серединой дискоидальной ячейки.

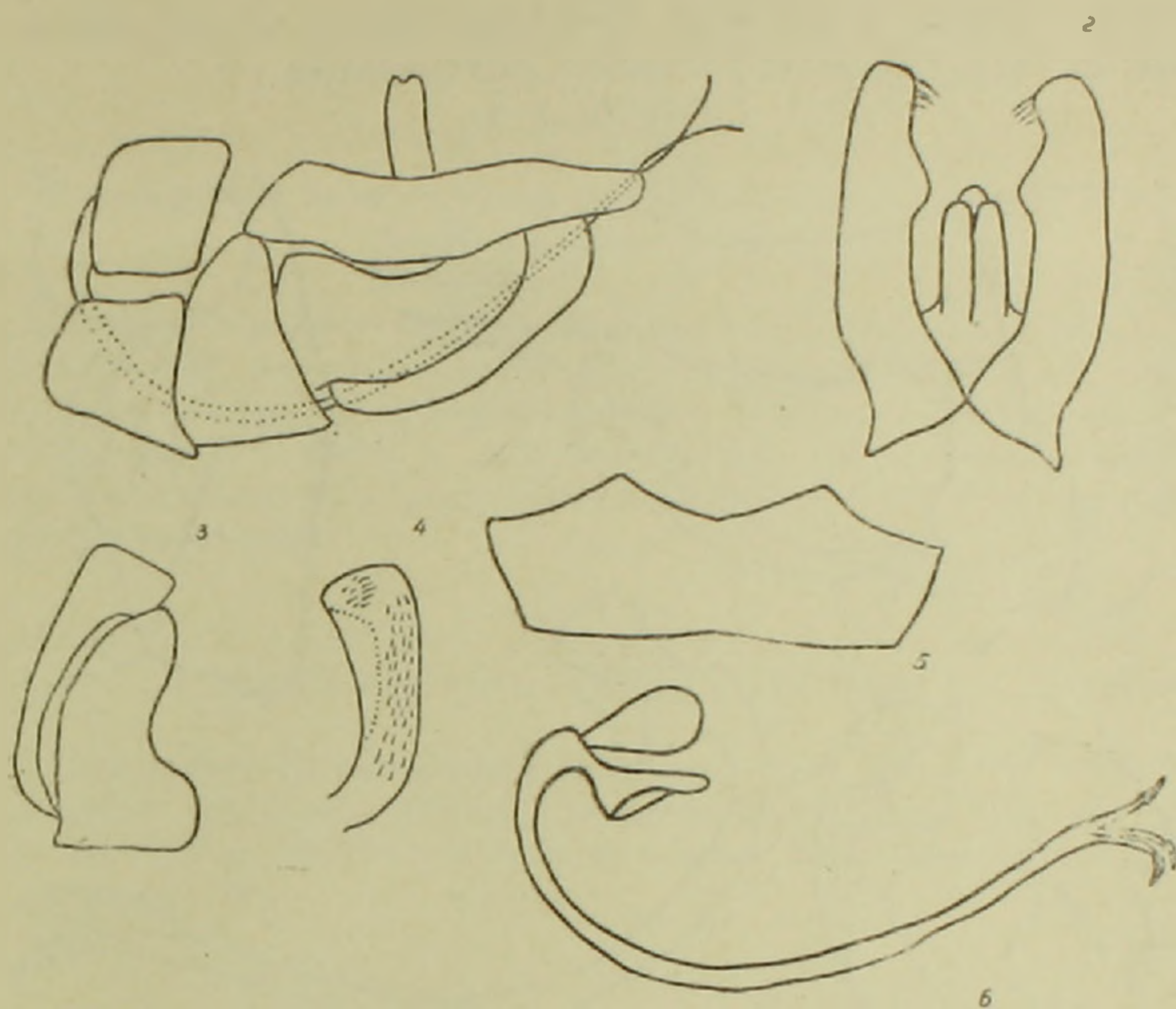
Брюшко бурое в желтовато-серой пылице, в белых коротких щетинках, в основании которых лежат черные точки; по задним краям тергитов расположены более длинные щетинки, особенно длинные у самцов.

Гипопигий красновато-желтый, в длинных белых волосках. Обе половинки эпандрия сверху по внутреннему краю перед вершиной с широким закругленным выступом, на вершине с черными щетинками (фиг. 1, 1, 2); дистальный членик гонопод слабо расширен на вершине, его внутренняя поверхность покрыта тонкими волосками (фиг. 1, 3, 4); гипандрий с отчетливой широкой выемкой по середине (фиг. 1, 5); эдеагус на вершине с тремя ветвями, его вершины стреловидные (фиг. 1, 6).

Яйцеклад бурый, блестящий; входящий в его состав 8-й сегмент брюшка в крепких белых щетинках; 9-й тергит и церки в тонких и густых белых волосках.

Длина тела 10,5—16 мм.

Маг.: окр. Еревана, Джрвеж, 13/VIII 1958 (1 ♀; В. Рихтер);
 Асни Вединск р-на, 1—2/VII 1959 (8 ♂♂, 6 ♀♀, среди них голотип и
 аллотип, В. Рихтер), 12/VIII 1959 (1 ♂; В. Рихтер), 28/VI 1961 (2 ♂♂,
 2 ♀♀; В. Рихтер), 11/VII 1962 (1 ♂, 1 ♀; В. Рихтер).



Фиг. 1. *Antiphrisson anushae* V. Richter, sp. n. 1—гипонигий сбоку; 2—эпандрий сверху; 3—гонопода снизу; 4—дистальный членик гонопод изнутри; 5—гипандрий; 6—эдеагус.

Вид близок *A. elachypteryx* Loew и отличается от него следующими признаками: усики целиком черные; обе половины эпандрия сверху перед вершиной по внутреннему краю с закругленным выступом, на вершине закруглены, с черными щетинками; дистальный членик гонопод слабо расширен на вершине; эдеагус с 3 одинаковой ширины ветвями на вершине и стреловидными утолщениями на концах этих ветвей, (у *A. elachypteryx* Loew базальные членики усиков красновато-желтые; обе половины эпандрия сверху перед вершиной по внутреннему краю с треугольным заостренным на вершине выступом, на вершине слегка вытянуты и закруглены, без щетинок, в длинных волосках (фиг. 2, 1, 2); дистальный членик гонопод сильно расширен у вершины (фиг. 2, 3, 4); эдеагус на вершине с тремя ветвями, из которых средняя значительно длиннее и шире боковых ветвей; стреловидные утолщения на вершинах ветвей отсутствуют) (фиг. 2, 5).

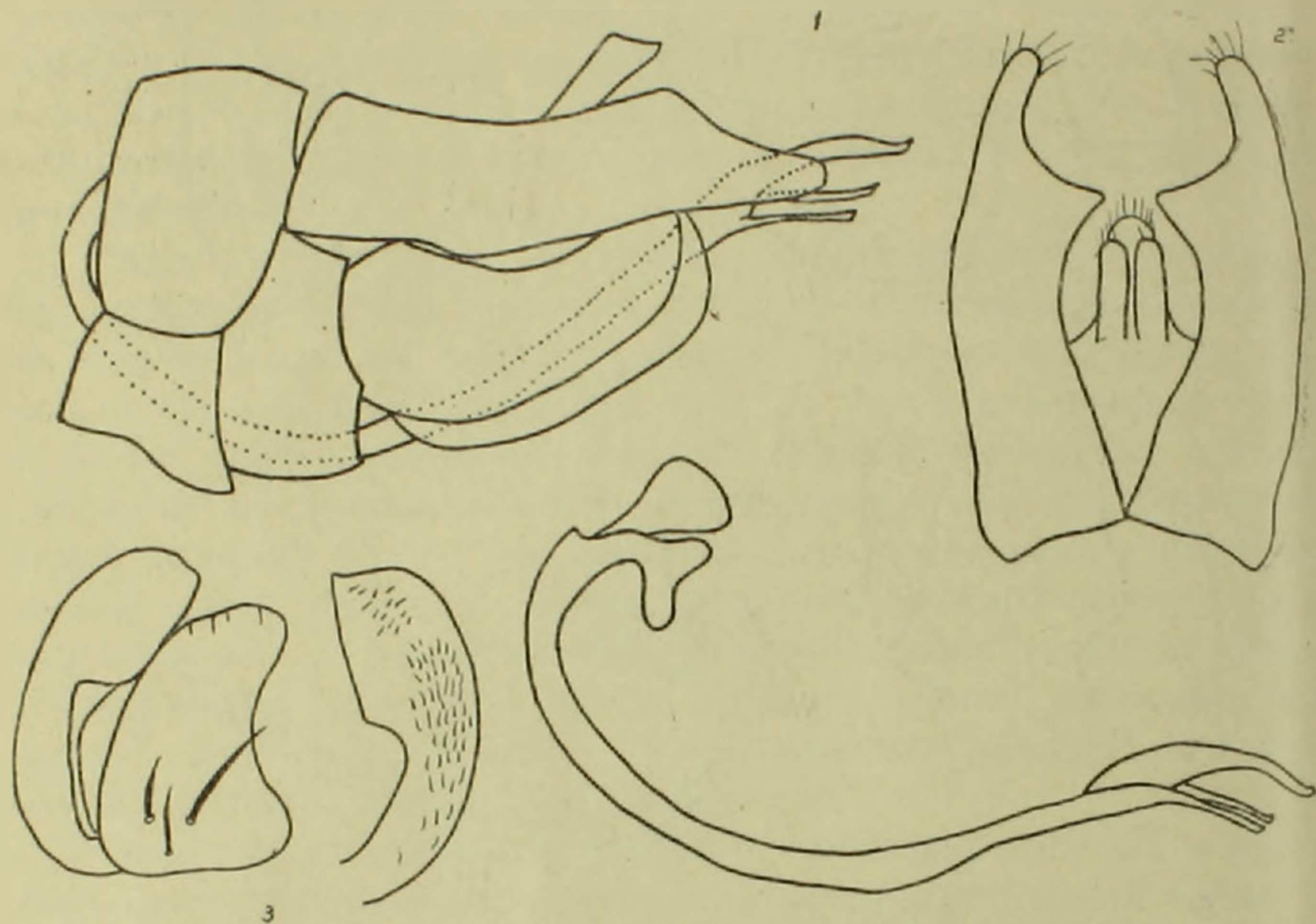
Обычен в течение лета в пыльной полупустыне предгорий Сарыбулагского хребта; летает медленно и на короткие расстояния; крылья перелетают, держась близко к земле, среди густой, обычно вы-

горевшей, растительности; встречаются на тропинках; добычу высматривают, сидя на земле или стеблях растений.

Тип в коллекции ЗИН АН СССР.

3. *Antiphrisson elachypteryx* Loew.

Коллекционные материалы по этому виду с территории Кавказа отсутствуют; вид указан для Кавказа Лихтвардтом (²).



Фиг. 2 *Antiphrisson elachypteryx* Loew. 1—гипопигий сбоку; 2—эпандрий сверху; 3—гонопода снизу; 4—дистальный членик гонопод изнутри; 5—эдеагус.

Распространение: юг Европейской части СССР, Крым, Кавказ, Казахстан, Средняя Азия. Сев. Монголия.

4. *Antiphrisson trifarius* Loew.

Мат.: Грузия: Тбилиси, 15/VIII 1904 (1♀; Сатунин); Тбилиси, окр. озера Лиси, 12/VI, 12/VIII 1958 (1♂, 1♀; В. Зайцев). Армения: Бюракан, ущелье р. Амберд, 9/VII 1957 (1♂; В. Рихтер); окр. Еревана, Джрвеж, 18/IX 1959 (1♀; В. Рихтер); Веди, 16/IV 1958 (1♂, 2♀♀; В. Зайцев), 22/IV 1960 (4♀♀; В. Рихтер), 8/V 1957 (1♂; В. Рихтер); Вединский р-н, Хосровский лес, 8/VI 1961 (2♀♀; В. Рихтер). Азербайджан: Чананаб, 29/IV 1955 (1♂; Загуляев); Баку, 9/VI 1928 (1♂; Бочарников); Кялахан, Зувант, 23, 25—27/V 1959 (5♂♂, 3♀♀; В. Рихтер).

Распространение: юг Европейской части СССР, Кавказ. Юг Зап. Европы, Малая Азия.

Вид широко распространен в восточном Закавказье и на Армянском нагорье, заселяет разнообразные биотопы от каменистой полынной и песчаной полупустыни до крутых склонов с нагорно-ксерофильной ра-

стительностью, зарослями держи-дерева. Лёт проходит с апреля по сентябрь включительно.

Зоологический институт
Академии наук СССР

Վ. Ա. ՌԻՆՏԵՐ

Antiphrisson Loew սեռի գիտաճանճերը (Diptera, Asilidae)
Կովկասի ֆաունայում

Այս հոդվածում բերվում են նոր տվյալներ *Antiphrisson* Loew սեռի (Diptera, Asilidae) կովկասում տարածման մասին: Յուրաքանչյուր տեսակի համար բերված են կոլեկցիոն նյութերի ցուցակը և աշխարհագրական տարածումը: Նկարագրվում է նաև *Antiphrisson anushae* V. Richt. sp. n. նոր տեսակը: Նկարագրված տեսակը համեմատվում է հարակից *Antiphrisson elachypteryx* Loew տեսակի հետ և օժտված է իր հիմնական հատկանիշների նկարներով:

ЛИТЕРАТУРА — ԻՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Г. Лёв, Ueber die europäischen Raubfliegen. Linn. Entom. IV: 124—131, 1849:
² Б. Лухтвардт, Die Dipteren-Gattung Antiphrisson Löw. Ann. Mus. Nat. Hung. I: 102—106, 1903. ³ Е. О. Энгель, Asilidae. In Lindner: Die Fliegen der palaearktischen Region, 24: 57—60, 1930.

