

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

XLII, № 1

1966

Խմբագրական կոլեգիա

Редакционная коллегия

Է. Գ. ԱՅՐԻԿՅԱՆ, կենսաբանական գիտությունների բեկնածու, Ա. Թ. ԲԱՐԱՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ա. Ա. ԹԱԼԱԼՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Մ. ԹԱՌԱՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ թղթակից-անդամ, Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ, ակադեմիկոս, Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ թղթակից-անդամ (սլատ. իմբագրի տեղակալ), Ո. Հ. ՄԻՐՉՈՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ թղթակից-անդամ, Ս. Ս. ՄԿՐՏՉՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմիկոս, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՐ ԳԱ ակադեմիկոս (սլատ. իմբագիր), Ս. Մ. ՍԱՊՈՆԺՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ թղթակից-անդամ, Մ. Լ. ՏԵՐ-ՄԻՔԱՅԵԼՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ թղթակից-անդամ:

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

Մարեմուսիկո

- Ի. Ս. Իսխվիդով — յ-չձգվող օպերատորները կոտորակագծային ձևափոխություններ 3
- Ռ. Լ. Շահբազյան — Ինտեգրալ հավասարումները կիսաառաքածությունում 9

Ֆիզիկական օպտիկա

- Գ. Ա. Գուրգաղյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ Թղթակից-անդամ, և Վ. Մ. Նովիկով — Ալիկալիական մետաղներից պատրաստված լուսազտիչներ՝ սպեկտրի կարճալիք մասի համար 15

Անօդաճանկան Իմիա

- Վ. Մ. Թառսյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ Թղթակից-անդամ, և Գ. Մուշեղյան և Մ. Գ. Հերիմյան — Գերոննատի և ռոդանիդի փոխազդեցության ռեակցիայի վրա երկարժեք պղնձի իոնների կատալիտիկ ազդեցության ուսումնասիրումը 19

Օրգանական Իմիա

- Ա. Թ. Բաբայան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ Թղթակից-անդամ, և Մ. Թահմազյան և Գ. Թ. Բաբայան — Արոմատիկ օղակի առաջացում պենտեն-4-ին-2-իլի հետ մեկտեղ նաև ալիլային տիպի խումբ սպարունակող ամոնիակային ազերի ջրահիմնային ճեղքման ժամանակ 23

Բիոիմիա

- Ա. Ա. Սիմոնյան — Հավի էմբրիոնի լյարդից անջատված լիպոիդ-սպիտակուցային ֆրակցիայի ազդեցությանը միտոքոնդրիանների օքսիդացիոն ֆոսֆորիլացման վրա 26
- Է. Յու. Բաբինսո — Մոնոէթանոլամինի ազդեցությունը օքսիդացման պրոցեսների փոփոխության վրա ճառագայթված կենդանիների մոտ 31

Երկրաբանություն

- Հ. Ա. Ղազարյան և Ջ. Հ. Չիրուխյան — Նօր տվյալներ Փոքր կովկասի պլազիոդրանիտային կոմպլեքսի մի քանի ինտրուզիանների բացարձակ հասակի վերաբերյալ 36

Ցեկսոնիկա

- Ս. Ա. Փիրուլյան — Այսպես կոչված բնդհանուր ջնցումների կամ միաժամանակ տեղի ունեցող երկրաշարժային պատճառների մասին 41

Բույսերի Ֆիզիոլոգիա

- Ա. Գ. Իասպարյան — Ածխաջրերի օրական ղինամիկան տարբեր պայմաններում անող մի քանի ալպիական բույսերի տերևների մեջ 47

Դեղագործություն

- Ս. Հ. Միրզոյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ Թղթակից-անդամ, և Վ. Պ. Հուկոբյան — Դամիոնկարագաթիլի ազդեցությունը ուղեղային արյան շրջանառության վրա 53

Ֆիզիոլոգիա

- Ս. Հ. Միրզոյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ ակադեմիկոս, և Ռ. Ա. Դրիզոյան — Ջերմուկ հանքային ջրի կուրսային օդապոլորման էֆեկտը լյարդի հյուսվածքի դիֆուզիոն և բաղադրատարրերի սպարունակության վրա 60

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

Математика

- И. С. Исхвидов* — Дробнолинейные преобразования J -нерастягивающих операторов 3
- Р. Л. Шахбагян* — Интегральные уравнения в полупространстве 9

Физическая оптика

- Г. А. Гурзадян*, чл.-корр. АН Армянской ССР, и *В. М. Новиков* — Светофильтры для ультрафиолетовой области спектра из тонких слоев щелочных металлов 15

Неорганическая химия

- В. М. Тараян*, чл.-корр. АН Армянской ССР, *Л. Г. Мушегян* и *М. Г. Экимян* — Исследование каталитического влияния ионов двухвалентной меди на реакцию взаимодействия перрената с роданидом 19

Органическая химия

- А. Т. Бабаян*, чл.-корр. АН Армянской ССР, *К. Ц. Тагмазян* и *Г. Т. Бабаян* — Внутримолекулярно протекающая реакция диенового синтеза при воднощелочном расщеплении аммониевых солей 23

Биохимия

- А. А. Симонян* — Влияние липидо-белковой фракции, выделенной из печени куриного эмбриона, на окислительное фосфорилирование митохондрий 26
- Э. Я. Бабина* — Изменения окислительных процессов в тканях облученных животных под действием моноэтаноламина 31

Геология

- Г. А. Казарян* и *З. О. Чибухчян* — Новые данные об абсолютном возрасте некоторых интрузивов плагногранитного комплекса Малого Кавказа 36

Тектоника

- С. А. Пирузян* — О причинах так называемых общих сотрясений или одновременных землетрясений 41

Физиология растений

- А. Г. Гаспарян* — Суточная динамика углеводов в листьях некоторых альпийских растений, произрастающих в различных условиях 47

Фармакология

- С. А. Мирзоян*, чл.-корр. АН Армянской ССР, и *В. П. Аюбян* — Влияние γ -аминомасляной кислоты на мозговое кровообращение 53

Физиология

- С. А. Мирзоян*, чл.-корр. АН Армянской ССР, и *Р. А. Григорян* — Эффекты курсового применения джермукской минеральной воды на содержание гликогена и минеральных компонентов печеночной ткани 60

И. С. Иохвидов

Дробнолинейные преобразования J -нерастягивающих операторов

(Представлено академиком АН Армянской ССР М. М. Джрбашяном 3/VII 1965)

1. J -нерастягивающие операторы в гильбертовом пространстве нашли широкое применение в теории устойчивости решений канонических систем дифференциальных уравнений ⁽¹⁾ и в общей теории несамосопряженных операторов ⁽²⁻⁵⁾. Одним из весьма полезных приемов изучения J -нерастягивающих операторов являются их дробнолинейные преобразования специального вида, впервые, по-видимому, рассмотренные в алгебраическом (конечномерном) случае* В. П. Потаповым ⁽³⁾. Его результаты были затем обобщены Ю. П. Гинзбургом ^(4, 7, 8) на случай J -нерастягивающих операторов в гильбертовом пространстве. У обоих этих авторов (как и в ⁽⁶⁾) значительную роль в рассуждениях играют скалярные произведения, нормы, сопряженные операторы, а в случае бесконечномерного (гильбертова) пространства—ограниченность рассматриваемых операторов и задание их во всем пространстве.

Внимательный анализ интересующих нас дробнолинейных преобразований показывает, что они (как и само понятие J -нерастягивающего оператора) сохраняют смысл и в общих банаховых пространствах ⁽⁹⁾. Более того, значительная часть рассуждений носит чисто алгебраический характер и проходит в любых линейных (не кормированных) пространствах. С этих рассуждений мы и начнем.

2. Пусть E — линейное пространство (вообще говоря, бесконечномерное), разложимое в прямую сумму $E = E_+ + E_-$ двух линейных $E_{\pm} = P_{\pm} E$, где P_{\pm} — соответствующие этому разложению проекторы. Справедливы следующие предложения:

1°. Если линейный оператор V , действующий в E с некоторого линейного $D(V)$, обладает тем свойством, что существует (однозначно определенный) оператор $(P_+ - P_- V)^{-1}$, то преобразование

$$U = (P_- - P_+ V)(P_+ - P_- V)^{-1} \quad (1)$$

* Недавно М. Г. Крейн обнаружил, что в статье 1956 года Р. Ботт ⁽⁶⁾, по-видимому, независимо от В. П. Потапова использовал по существу подобного же рода преобразование над конечными J -изометрическими матрицами.

относит оператору V оператор U , обладающий тем свойством, что существуют операторы $(P_+ \pm UP_-)^{-1}$ и $(P_+ \pm P_-U)^{-1}$. При этом преобразование (1) относит различным операторам V различные операторы U .

2°. Пусть линейный оператор U , действующий в E с линейала $D(U)$, обладает тем свойством, что существует $(P_+ - UP_-)^{-1}$. Тогда преобразование

$$V = (P_+ - UP_-)^{-1}(P_- - UP_+) \quad (2)$$

относит оператору U оператор V , для которого существуют операторы $(P_+ \pm P_-V)^{-1}$ и $(P_+ \pm VP_-)^{-1}$.

Преобразования (1) и (2) оказываются тесно связанными между собой, о чем свидетельствует следующая

Теорема 1. Пусть V и U — линейные операторы, действующие в пространстве $E = E_+ + E_-$ с областями $D(V)$ и $D(U)$ соответственно. Следующие утверждения 1) и 2) равносильны:

$$1) (a) U = (P_- - P_+V)(P_+ - P_-V)^{-1};$$

$$(б) P_+ D(V) \subset (P_+ - P_-V) D(V).$$

$$2) (a) V = (P_+ - UP_-)^{-1}(P_- - UP_+);$$

$$(б) P_+ D(U) \subset D(U).$$

В частности, условия 1) (б) и 2) (б) необходимы для того, чтобы произвольные операторы U и V были связаны формулами обращения (1) и (2).

3. В дальнейшем неоднократно используется следующая

Лемма (°). Пусть T — произвольный линейный оператор, заданный всюду в $E = E_+ + E_-$. Следующие три утверждения эквивалентны:

1) оператор $P_+ - P_-T$ отображает взаимно однозначно E на все E ;

2) оператор $P_+ - TP_-$ отображает взаимно однозначно E на все E ;

3) оператор P_-TP_- отображает взаимно однозначно E_- на все E_- .

В утверждениях 1) и 2) разности операторов, очевидно, можно заменить их суммами.

Эта лемма позволяет, в частности, выяснить, когда операторы, связанные преобразованиями (1) и (2), оказываются заданными всюду в E .

Теорема 2. Пусть операторы U и V , действующие в E с линейалов $D(U)$ и $D(V)$ соответственно, связаны формулами обращения (1) и (2). Тогда, если $D(V) = E$, то для того, чтобы и $D(U) = E$, необходимо и достаточно, чтобы оператор $(P_-VP_-)^{-1}$ был однозначно определен всюду в E_- . Если же $D(U) = E$, то для

того, чтобы и $D(V) = E$, необходимо и достаточно, чтобы $(P_- U P_-)^{-1}$ был однозначно определен всюду в E_- .

Разумеется, условия теоремы 2 можно с помощью леммы модифицировать, заменяя их эквивалентными условиями.

Теоремы 1 и 2 можно переписать по-иному с помощью простой замены обозначений: U на $(-V)$ и V на $(-U)$. При этом условия 1) и 2) теоремы 1 соответственно примут вид:

$$1') (a) V = -(P_- + P_+ U)(P_+ + P_- U)^{-1};$$

$$(b) P_+ D(U) \subset (P_+ + P_- U) D(U).$$

$$2') (a) U = -(P_+ + V P_-)^{-1} (P_- + V P_+);$$

$$(b) P_+ D(V) \subset D(V).$$

Это формальное преобразование, оказывается, имеет еще и другой смысл, вскрываемый следующей теоремой:

Теорема 3. В том и только том случае, когда одновременно $P_+ D(V) \subset D(V)$ и $P_+ D(U) \subset D(U)$, все четыре утверждения: 1) и 2) (из теоремы 1) и 1') и 2') равносильны.

Следствие. При выполнении условий $P_+ D(V) \subset D(V)$ и $P_+ D(U) \subset D(U)$ (или равносильных им условий $P_+ D(V) \subset (P_+ - P_- V) D(V)$ и $P_+ D(U) \subset (P_+ - P_- U) D(U)$) формулы

$$U = (P_- - P_+ V)(P_+ - P_- V)^{-1}$$

$$\text{и } U = -(P_+ + V P_-)^{-1} (P_- + V P_+)$$

задают один и тот же оператор. При этом оператор V восстанавливается по оператору U с помощью любой из двух эквивалентных формул

$$V = (P_+ - U P_-)^{-1} (P_- - U P_+)$$

$$\text{и } V = -(P_- + P_+ U)(P_+ - P_- U)^{-1}.$$

Замечание 1. Легко понять, что все приведенные выше предложения можно заменить „двойственными“, поменяв ролями проекторы P_+ и P_- (и, соответственно, подпространства E_+ и E_-).

Замечание 2. Можно, следуя В. П. Потапову (3) и Ю. П. Гинзбургу (2), рассмотреть оператор $J = P_+ - P_-$ и произвольную пару операторов A и B , заданных всюду в E и обладающих свойствами:

$$AB = BA, \quad JA = AJ, \quad JB = BJ, \quad A^2 - B^2 = J.$$

Отправляясь от этой пары A, B , можно было бы всю теорию дробнолинейных преобразований построить на формулах обращения

$$U = (B - AV)(A - BV)^{-1}, \quad V = (A - UB)^{-1}(B - UA)$$

или

$$U = J(A - VB)^{-1}(B - VA)J, \quad V = J(B - AU)(A - BU)^{-1}J,$$

которые при $A = P_+$, $B = P_-$ переходят в формулы 1) (а), 2) (а) или 1') (а) 2') (а) соответственно, которыми мы и ограничимся, как вполне достаточными для нашей цели.

4. Пусть теперь $E = E_+ + E_-$ — банахово пространство $E_{\pm} = P_{\pm} E$, где P_{\pm} — ограниченные проекторы. Оператор V с $D(V) \subset E$ называется J -нерастягивающим⁽⁹⁾, если для всех $x \in D(V)$

$$\|P_+ Vx\|^2 + \|P_- x\|^2 \leq \|P_- Vx\|^2 + \|P_+ x\|^2. \quad (3)$$

Если положить $J(x) \equiv \|P_+ x\|^2 - \|P_- x\|^2$ ($x \in E$), то неравенство (3) равносильно записи $J(Vx) \leq J(x)$, объясняющей термин „ J -нерастягивающий“.

В случае, когда для всех $x \in D(V)$ в (3) имеет место равенство, оператор V называется J -изометрическим.

Лемма 1 из (9) гарантирует для всякого J -нерастягивающего оператора V в E существование оператора $(P_+ - P_- V)^{-1}$. Более того, с помощью теоремы 3 из (9) устанавливается.

Теорема 4. Если J -нерастягивающий оператор V в банаховом пространстве $E = E_+ + E_-$ замкнут, то оператор $U = (P_- - P_+ V)(P_+ - P_- V)^{-1}$ ограничен и замкнут. Обратное, если замкнут и ограничен оператор U и имеет смысл формула $V = (P_+ - UP_-)^{-1}(P_- - UP_+)$, то оператор V замкнут.

Однако теорема 4 не выясняет, какими дополнительными свойствами обладает оператор U — дробнолинейное преобразование (1) J -нерастягивающего оператора V . Полной ясности здесь удастся достигнуть в том случае, когда E — гильбертово пространство, а P_{\pm} — ортопроекторы, т. е. $E = E_+ \oplus E_-$. Используя (3), теоремы 1 и 4, получаем следующий результат.

Теорема 5. Преобразование (1) осуществляет взаимно однозначное соответствие между всеми J -нерастягивающими операторами V в гильбертовом пространстве $E = E_+ \oplus E_-$, обладающими свойством $P_+ D(V) \subset (P_+ - P_- V)D(V)$, и теми сжатиями U в E ($\|U\| \leq 1$), которые обладают свойствами: 1) $P_+ D(U) \subset D(U)$; 2) $(P_+ - UP_-)^{-1}$ существует. При этом обратное преобразование дается формулой (2). В соответствии $V \leftrightarrow U$ J -изометрические операторы V переходят в изометрические U и обратно, замкнутые операторы переходят в замкнутые.

5. Особую роль в приложениях играет следующий подкласс класса J -нерастягивающих операторов в гильбертовом пространстве E : J -нерастягивающий оператор V в E называется *двусторонним J -нерастягивающим*^(1, 7, 8), если он определен всюду в E ($D(V) = E$), ограничен, и сопряженный оператор V^* — также J -нерастягивающий.

Теорема 6. Для того чтобы J -нерастягивающий оператор V , заданный всюду в гильбертовом пространстве $E = E_+ \oplus E_-$,

был двусторонним J -нерастягивающим, необходимо выполнение всех и достаточно выполнения хотя бы одного из следующих условий:

$$1) (P_+ - P_- V)E = E; \quad 2) (P_+ - VP_-)E = E; \quad 3) P_- VE_- = E_-.$$

В терминах преобразования (1) оператора V эти условия можно заменить эквивалентными условиями, налагаемыми на сжатие U , заданное всюду в E :

$$1') (P_+ - P_- U)E = E; \quad 2')(P_+ - UP_-)E = E; \quad 3') P_- UE_- = E_-.$$

В доказательстве теоремы 6, помимо леммы и теорем 2 и 5, используются результаты, установленные в (9).

Сопоставление теоремы 6 и следствия из теоремы 3 показывает, что в случае двустороннего J -нерастягивающего оператора справедливы оба варианта формул обращения 1), 2) и 1'), 2'), о которых шла речь в теореме 3.

Теорема 6 покрывает собой и усиливает все ранее известные критерии „двусторонности“ (4, 7, 8), а также дает ряд новых. Существенным моментом здесь является то, что в „достаточной“ части критериев, устанавливаемых теоремой 6, не требуется, чтобы оператор V был а priori ограниченным. Напротив, его ограниченность является уже следствием выполнения любого из условий 1) — 3) или 1') — 3').

J -изометрический оператор V называется J -полуунитарным, если $D(V) = E$, и J -унитарным, если $D(V) = VD(V) = E$. J -унитарные операторы образуют подкласс класса двусторонних J -нерастягивающих операторов.

3°. Для того чтобы J -полуунитарный оператор в гильбертовом пространстве $E = E_+ \oplus E_-$ был J -унитарным, необходимо и достаточно, чтобы $P_+ VE_+ = E_+$ и $P_- VE_- = E_-^*$.

Теперь теорему 5 можно дополнить следующим образом.

Теорема 5'. В преобразовании, описанном теоремой 5, двусторонним J -нерастягивающим операторам V отвечают (взаимно однозначно) сжатия U , определенные всюду в E и обладающие тем свойством, что оператор $(P_- UP_-)^{-1}$ однозначно определен всюду в E_- . В частности, J -унитарным операторам V в этом преобразовании отвечают (взаимно однозначно) унитарные операторы U с обратимыми (соответственно в E_+ и E_-) „клетками“ $P_+ UP_+$ и $P_- UP_-$.

Одесский инженерно-строительный
институт

* По существу, это предложение содержалось уже в § 14 работы (10), так как его доказательство в (10) не опиралось на сделанное там предположение: $\dim E_+ < \infty$.

J-չձգող օպերատորների կոսուրակագծային ձևափոխություններ

$E = E_+ \oplus E_-$ հիլբերտյան տարածության մեջ, որտեղ $E_{\pm} = P_{\pm} E$, իսկ P_{\pm} ($P_+ + P_- = 1$) օրթոպրոեկտորներ են, ղիտարկվում են J-չձգող օպերատորները, որոնք սահմանվում են հետևյալ պայմանով՝

$$\|P_+ Vx\|^2 + \|P_- x\|^2 \leq \|P_- Vx\|^2 + \|P_+ x\|^2 \quad x \in D(V) \quad (1)$$

Եթե $D(V) = E$ և V -ի հետ միասին V^x -ը նույնպես J-չձգող է, ապա V -ն կոչվում է երկկողմանի J-չձգող: Եթե (1)-ում բոլոր $x \in D(V)$ համար տեղի ունի հավասարության նշան, ապա V -ն կկոչվի J-իզոմետրիկ, մասնավորապես, եթե $D(V) = VD(V) = E$, ապա նա կկոչվի J-ուղիտար:

Հիմնական արդյունքը.

$$U = (P_- - P_+ V)(P_+ - P_- V)^{-1}$$

կոտորակագծային ձևափոխությունը ստեղծում է փոխմիարժեք համասլատասխանություն $P_+ D(V) \subset (P_+ - P_- V) D(V)$ հատկություն ունեցող բոլոր V J-չձգող օպերատորների և E -ում տված այն սեղմող U ($\|U\| < 1$) օպերատորների միջև, որոնք ունեն հետևյալ հատկություններ՝

1) $P_+ D(U) \subset D(U)$, գոյություն ունի $(P_+ - UP_-)^{-1}$: Ընդ որում հակադարձ ձևափոխությունը տրվում է հետևյալ բանաձևով

$$V = (P_+ - UP_-)^{-1} (P_- - UP_+)$$

$V \leftrightarrow U$ համասլատասխանությունը V J-իզոմետրիկ օպերատորները տանում է U իզոմետրիկ օպերատորների վրա և բնդհակառակը, իսկ փակ օպերատորները տանում է փակերի վրա:

V երկկողմանի J-չձգող օպերատորներին համասլատասխանում են U սեղմումները, որոնք որոշված են ամենուրեք և ունեն այն հատկությունը, որ $(P_- - UP_-)^{-1}$ օպերատորը միարժեք որոշված է ամենուրեք E -ում: Մասնավորաբար, V J-ուղիտար օպերատորներին համասլատասխանում են (փոխմիարժեք) U ուղիտար օպերատորներ՝ $P_+ UP_+$ և $P_- UP_-$ հակադարձելի «վանդակներով» (համասլատասխանաբար E_+ -ում և E_- -ում):

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

- ¹ М. Г. Крейн, Лекции по теории устойчивости решений дифференциальных уравнений в банаховом пространстве, Ин-т математики АН УССР, Киев, 1964.
² М. С. Бродский, М. С. Лившиц, УМН, 13, 1 (79), 3 (1958). ³ В. П. Потанов, Тр. Моск. матем. общ., 4, 125 (1955). ⁴ Ю. П. Гинзбург, ДАН СССР, 117, № 2, 171 (1957). ⁵ Ю. П. Гинзбург, Изв. высш. уч. завед., Математика, № 1 (32), 42 (1962).
⁶ R. Bott, Comm. Pure appl. Math., 9, 171 (1956). ⁷ Ю. П. Гинзбург, J-нерастягивающие аналитические оператор-функции, диссертация, Одесса, 1958. ⁸ Ю. П. Гинзбург, Научн. зап. физ.-матем. ф-та Одесск. пед. ин-та, 22, 1, 13 (1958). ⁹ И. С. Иохвидов, ДАН СССР (1966). ¹⁰ И. С. Иохвидов, М. Г. Крейн, Тр. Моск. матем. общ., 5, 367 (1956).

Р. Л. Шахбагян

Интегральные уравнения в полупространстве

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Р. Александрияном 9/X 1965)

В полупространстве $R_n^+ = R_n (x_n \geq 0)$ n -мерного евклидова пространства рассмотрим уравнения вида

$$\mathfrak{M}_0 u \equiv u(x) - \int_{R_n^+} K_0(x-y) u(y) dy = f(x) \quad (x_n \geq 0), \quad (1)$$

$$\mathfrak{M} u \equiv u(x) - \int_{R_n^+} K(x, x-y) u(y) dy = f(x) \quad (x_n \geq 0). \quad (2)$$

Теория интегральных уравнений (1), а также систем таких уравнений на полупрямой с ядрами, зависящими от разности аргументов и принадлежащими пространству $L_1(-\infty, +\infty)$ развита М. Г. Крейном и И. Ц. Гохбергом ^(1,2). Решающей идеей при постановке задач для уравнений вида (1), (2) является, впервые использованная Н. Винером и Е. Хопфом, а впоследствии широко развитая М. Г. Крейном ⁽¹⁾, И. Ц. Гохбергом ⁽³⁾, М. И. Вишиком и Г. И. Эксиным ⁽⁴⁾, так называемая идея „факторизации“ функции $\bar{K}(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$, заключающаяся в возможности представления ее в виде произведения двух функций $\bar{K}_+(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n) \times \bar{K}_-(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$, где \bar{K}_+ и \bar{K}_- — некоторые функции, аналитически продолжающиеся по переменной ξ_n , соответственно, в полуплоскости $\text{Im } \xi_n > 0$ и $\text{Im } \xi_n < 0$.

В настоящей заметке устанавливается нормальная разрешимость уравнений (1), (2) при некоторых условиях, налагаемых на ядра $K(x, z)$, то есть доказывается тот факт, что однородная задача имеет лишь конечное число линейно независимых решений, а неоднородная задача разрешима лишь при конечном числе дополнительных условий, налагаемых на правые части.

Решается также вопрос об индексе соответствующих операторов.

Обозначим через $L_1(R_n)$ пространство комплекснозначных измеримых абсолютно интегрируемых функций $f(x)$ с нормой

$$\|f\|_{L_1} = \int_{R_n} |f(x)| dx < +\infty.$$

Через $L_1^+ = L_1(R_n^+)$ будем обозначать подпространство всех $f \in L_1(R_n)$, обращающихся в нуль при $x_n < 0$, с нормой

$$\|f\|_{L_1^+} = \int_{R_n^+} |f(x)| dx < +\infty.$$

Далее, через $L_2(R_n)$ обозначим пространство комплекснозначных измеримых функций $f(x)$ таких, что

$$\|f\|_0 = \left(\int_{R_n} |f(x)|^2 dx \right)^{\frac{1}{2}} < +\infty,$$

а через $L_2^+ = L_2(R_n^+)$ — подпространство всех $f \in L_2(R_n)$, обращающихся в нуль при $x_n < 0$, с нормой

$$\|f\|_0^+ = \left(\int_{R_n^+} |f(x)|^2 dx \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Пусть ядро $K_0(x) \in L_1(R_n)$. Обозначим его преобразование Фурье через $\bar{K}_0(\xi)$:

$$\bar{K}_0(\xi', \xi_n) = \int_{R_n} e^{i(\xi, x)} K_0(x) dx,$$

где

$$\xi' = (\xi_1, \dots, \xi_{n-1}), \quad (\xi, x) = \sum_{l=1}^n \xi_l x_l.$$

Предположим, далее, выполненным условие:

$$\bar{K}_1(\xi', \xi_n) = 1 - \bar{K}_0(\xi', \xi_n) \neq 0 \quad \text{при} \quad \xi \in \bar{R}_n \quad (3)$$

(\bar{R}_n — n -мерное пространство точек $\xi = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$).

Теорема 1. Пусть $\bar{K}_0(\xi)$ удовлетворяет условию (3). Тогда при любом фиксированном ξ' имеет место представление

$$\bar{K}_1(\xi', \xi_n) = \bar{K}_+(\xi', \xi_n) \bar{K}_-(\xi', \xi_n) \quad (-\infty < \xi_n < +\infty), \quad (4)$$

где функции $\bar{K}_+(\xi)$, $\bar{K}_-(\xi)$ аналитически продолжаются, соответственно, в полуплоскости $\text{Im } \xi_n > 0$ и $\text{Im } \xi_n < 0$ и отличны там от нуля. Факторизация (4) единственна.

Факторизация (4) позволяет перейти к решению уравнения (1).

Теорема 2. Пусть выполнено условие (3). Тогда при любой правой части $f(x) \in L_2^+$ уравнение (1) имеет одно и только одно решение $u(x)$, принадлежащее пространству L_2^+ .

Доказательство. Перепишем уравнение (1) в виде

$$P^+ \left(u_+(x) - \int_{R_n^+} K_0(x-y) u_-(y) dy \right) = f(x), \quad (1^*)$$

где P^+ — оператор сужения на полупространство R_n^+ , $u_-(x) \equiv u(x)$ при $x_n \geq 0$ и $u_+(x) \equiv 0$ при $x_n < 0$.

Продолжим функцию $f(x)$ каким-нибудь образом на все R_n , требуя только, чтобы это продолжение $lf(x)$ принадлежало пространству $L_2(R_n)$. Заменим (1*) эквивалентным ему уравнением

$$u_-(x) - \int_{R_n^+} K_0(x-y) u_+(y) dy = lf(x) + u_-(x), \quad (5)$$

где $u_-(x)$ — некоторая функция, принадлежащая пространству L_2^- , то есть $u_-(x) \equiv 0$ при $x_n > 0$. Произведя в уравнении (5) преобразование Фурье и используя факторизацию (4), получим

$$\bar{K}_+(\xi', \xi_n) \bar{u}_-(\xi', \xi_n) = \frac{\bar{lf}(\xi', \xi_n)}{\bar{K}_-(\xi', \xi_n)} + \frac{\bar{u}_-(\xi', \xi_n)}{\bar{K}_-(\xi', \xi_n)}, \quad (6)$$

где через \bar{lf} , \bar{u}_+ , \bar{u}_- обозначено, соответственно, преобразование

Фурье функций lf , u_+ , u_- . Функцию $F^{-1} \frac{\bar{lf}(\xi)}{\bar{K}_-(\xi)} \in L_2$, где F^{-1} — обрат-

ное преобразование Фурье, можно представить в виде

$$F^{-1} \frac{\bar{lf}(\xi)}{\bar{K}_-(\xi)} = \Theta(x_n) F^{-1} \frac{\bar{lf}(\xi)}{\bar{K}_-(\xi)} + (1 - \Theta(x_n)) F^{-1} \frac{\bar{lf}(\xi)}{\bar{K}_-(\xi)} \quad (7)$$

($\Theta(x_n)$ — функция Хевисайда). После преобразования Фурье выражение (7) примет следующий вид:

$$\frac{\bar{lf}(\xi', \xi_n)}{\bar{K}_-(\xi', \xi_n)} = \Pi^+ \frac{\bar{lf}(\xi', \xi_n)}{\bar{K}_-(\xi', \xi_n)} + \Pi^- \frac{\bar{lf}(\xi', \xi_n)}{\bar{K}_-(\xi', \xi_n)}, \quad (8)$$

где через Π^+ обозначено преобразование Фурье оператора умноже-

ния на $\Theta(x_n)$: $\Pi^+ \bar{\Phi}(\xi', \xi_n) = i \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\bar{\Phi}(\xi', \eta_n)}{\xi_n + i0 - \eta_n} d\eta_n$. Π^- определяется

аналогично, с заменой $i0$ на $-i0$. Подставляя (8) в (6) и произведя элементарные преобразования, получим

$$\begin{aligned} & \bar{K}_+(\xi', \xi_n) \bar{u}_+(\xi', \xi_n) - \prod^+ \frac{\bar{l}f(\xi', \xi_n)}{\bar{K}_-(\xi', \xi_n)} = \\ & = \prod^- \frac{\bar{l}f(\xi', \xi_n)}{\bar{K}_-(\xi', \xi_n)} + \frac{\bar{u}_-(\xi', \xi_n)}{\bar{K}_-(\xi', \xi_n)} = P(\xi', \xi_n). \end{aligned} \quad (9)$$

В левой части (9) стоит функция, аналитически продолжающаяся в полуплоскость $\text{Im } \xi_n > 0$, справа — функция, аналитически продолжающаяся в полуплоскость $\text{Im } \xi_n < 0$. Следовательно, согласно теореме Лиувилля, $P(\xi', \xi_n) = 0$ при почти всех ξ' .

Таким образом, получаем, следующую формулу для решения уравнения (1)

$$u_+(x) = F^{-1} \left(\frac{1}{\bar{K}_+(\xi', \xi_n)} \prod^+ \frac{\bar{l}f(\xi', \xi_n)}{\bar{K}_-(\xi', \xi_n)} \right). \quad (10)$$

Формула (10) выведена в предположении существования решения уравнения (1*). Можно показать, что эта формула на самом деле дает решение уравнения (1). Единственность очевидна. Из формулы (10) вытекает, что оператор \mathfrak{M}_0 осуществляет гомеоморфное отображение пространства L_2^- на себя.

Теорема доказана.

Теорема 3. Пусть ядро $K(x, z)$ уравнения (2) допускает разложение в ряд:

$$K(x, z) = \sum_{i=1}^{\infty} a_i(x) K_i(z),$$

причем функции $a_i(x)$ и $K_i(z)$ ($i = 1, 2, \dots$) удовлетворяют следующим условиям:

а) функции $a_i(x)$ ($i = 1, 2, \dots$) непрерывны по x во всем R_n и равномерно ограничены, то есть

$$\max_{x \in R_n} |a_i(x)| \leq C, \quad (i = 1, 2, \dots)$$

где C — некоторая постоянная;

в) существуют конечные пределы

$$\lim_{|x| \rightarrow \infty} a_i(x) = a_i(\infty) < \infty \quad (i = 1, 2, \dots);$$

с) функции $K_i(z)$ ($i = 1, 2, \dots$) принадлежат $L_1(R_n)$, причем сходится ряд

$$\sum_{i=1}^{\infty} \|K_i\|_{L_1} < +\infty;$$

д) функция $K_{\infty}(z) = \sum_{i=1}^{\infty} a_i(\infty) K_i(z)$ удовлетворяет условиям теоремы 2.

Тогда оператор \mathfrak{M} , действующий в пространстве L_2^+ является Φ -оператором.

Идея доказательства теоремы заключается в следующем: оператор \mathfrak{M} представляется в виде

$$\mathfrak{M}u \equiv u(x) - \sum_{l=1}^{\infty} a_l(\infty) \int_{R_n^+} K_l(x-y) u(y) dy - \\ - \sum_{l=1}^{\infty} (a_l(x) - a_l(\infty)) \int_{R_n^+} K_l(x-y) u(y) dy \equiv (I - A_1)u(x) - A_2u(x),$$

где

$$A_1u \equiv \sum_{l=1}^{\infty} a_l(\infty) \int_{R_n^+} K_l(x-y) u(y) dy,$$

$$A_2u \equiv \sum_{l=1}^{\infty} (a_l(x) - a_l(\infty)) \int_{R_n^+} K_l(x-y) u(y) dy.$$

Оператор $I - A_1$ обратим по условию. Можно показать, что оператор A_2 представим в виде суммы операторов вполне непрерывных и операторов, имеющих малую норму, откуда будет следовать теорема.

Следствие. Индекс Φ -оператора \mathfrak{M} равен нулю.

Ниже будет сформулирована теорема, являющаяся обобщением известного результата М. Г. Крейна ⁽¹⁾, относящегося к уравнению вида

$$Tx \equiv x(t) - \int_0^{\infty} K(t-s)x(s) ds = f(t) \quad (0 < t < +\infty),$$

а именно, как показано в ⁽¹⁾, оператор T , действующий в пространстве E , является Φ -оператором, если выполнены следующие условия:

$$K(t) \in L_1(-\infty, +\infty), \quad 1 - \bar{K}(\lambda) \neq 0 \quad (-\infty < \lambda < +\infty), \quad (11)$$

$$\nu = \text{ind}(1 - \bar{K}(\lambda)) = \frac{1}{2\pi} \left[\arg(1 - \bar{K}(\lambda)) \right]_{\lambda=-+\infty}^{\lambda=-\infty} \leq 0, \quad (12)$$

причем индекс оператора T равен $|\nu|$.

Под E понимается одно из следующих пространств:

$$L_p^+ (p \geq 1), \quad C_+^0 \subset C_+ \subset M_+^u \subset M_+^c \subset M_+,$$

где L_p^+ — пространство всех измеримых функций $f(t)$ с конечным интегралом по полуоси от $|f(t)|^p$, M_+ — пространство, сопряженное к пространству L_1^+ , состоящее из всех ограниченных функций, M_+^c и M_+^u — подпространства пространства M_+ . Первое из этих пространств состоит из всех непрерывных функций, а второе — из всех равномерно

непрерывных функций. C_+ обозначает пространство непрерывных функций, имеющих предел на бесконечности. Подпространство всех функций $f(t) \in C_+$, для которых $f(\infty) = 0$ обозначено через C_+^0 .

Теорема 4. Пусть ядро $K(t, z)$ уравнения

$$Ax \equiv x(t) - \int_0^{\infty} K(t, t-s)x(s)ds = f(t) \quad (0 \leq t < +\infty)$$

удовлетворяет условиям а)–с) теоремы. З. Пусть, далее, $K_{\infty}(z) = \lim_{t \rightarrow \infty} K(t, z)$ удовлетворяет условиям (11), (12). Тогда оператор A , действующий в пространстве E , является Φ -оператором с индексом, равным $|\nu|$.

Пользуюсь случаем принести глубокую благодарность профессору М. И. Вишику за внимание к моей работе.

Московский энергетический институт

Ռ. Լ. ՇԱՀԲԱԴՅԱՆ

Ինտեգրալ հավասարումները կիսատարածությունում

Սույն հոդվածը նվիրված է կիսատարածությունում ինտեգրալ հավասարումների որոշակի դասերի ուսումնասիրությանը: Յուրյց է տրվում, որ (1) հավասարման միջուկը թույլ է տալիս «Ֆակտորիզացիա», որից հետո ապացուցվում է, որ այդ հավասարումը ունի միակ լուծում կիսատարածությունում քառակուսով հանրադումարելի ֆունկցիաների դասում: Տրվում է բացահայտ բանաձև այդ լուծման համար:

Այնուհետև ապացուցվում է, որ (2) հավասարմանը համապատասխանող օպերատորը հանդիսանում է Φ -օպերատոր կիսատարածությունում քառակուսով հանրադումարելի ֆունկցիաների դասում և լուծվում է ինդեքսի հարցը:

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

¹ М. Г. Крейн, УМН, XIII, вып. 5 (1958), 3–120. ² И. Ц. Гохберг и М. Г. Крейн, УМН, XIII, вып. 2 (1958), 3–72. ³ И. Ц. Гохберг, УМН, XIX, вып. 1 (1964), 71–124. ⁴ М. И. Вишик и Г. И. Эскин, УМН, XX, 3 (1965), 99–161.

ФИЗИЧЕСКАЯ ОПТИКА

Г. А. Гурздян, член-корр. АН Армянской ССР, и В. М. Новиков

Светофильтры для ультрафиолетовой области спектра из тонких слоев
щелочных металлов

(Представлено 9/IX 1965)

Впервые прозрачность тонких слоев щелочных металлов в ультрафиолетовой области спектра была открыта и исследована Вудом (1). Он установил, что прозрачность слоев натрия и калия в ультрафиолетовой области спектра связана с низким отражением этих слоев в этой области. Измерения Вуда (2) по отражающим свойствам тонких слоев Na, K, Rb и Cs относятся к диапазону длин волн 4500—1800 Å.

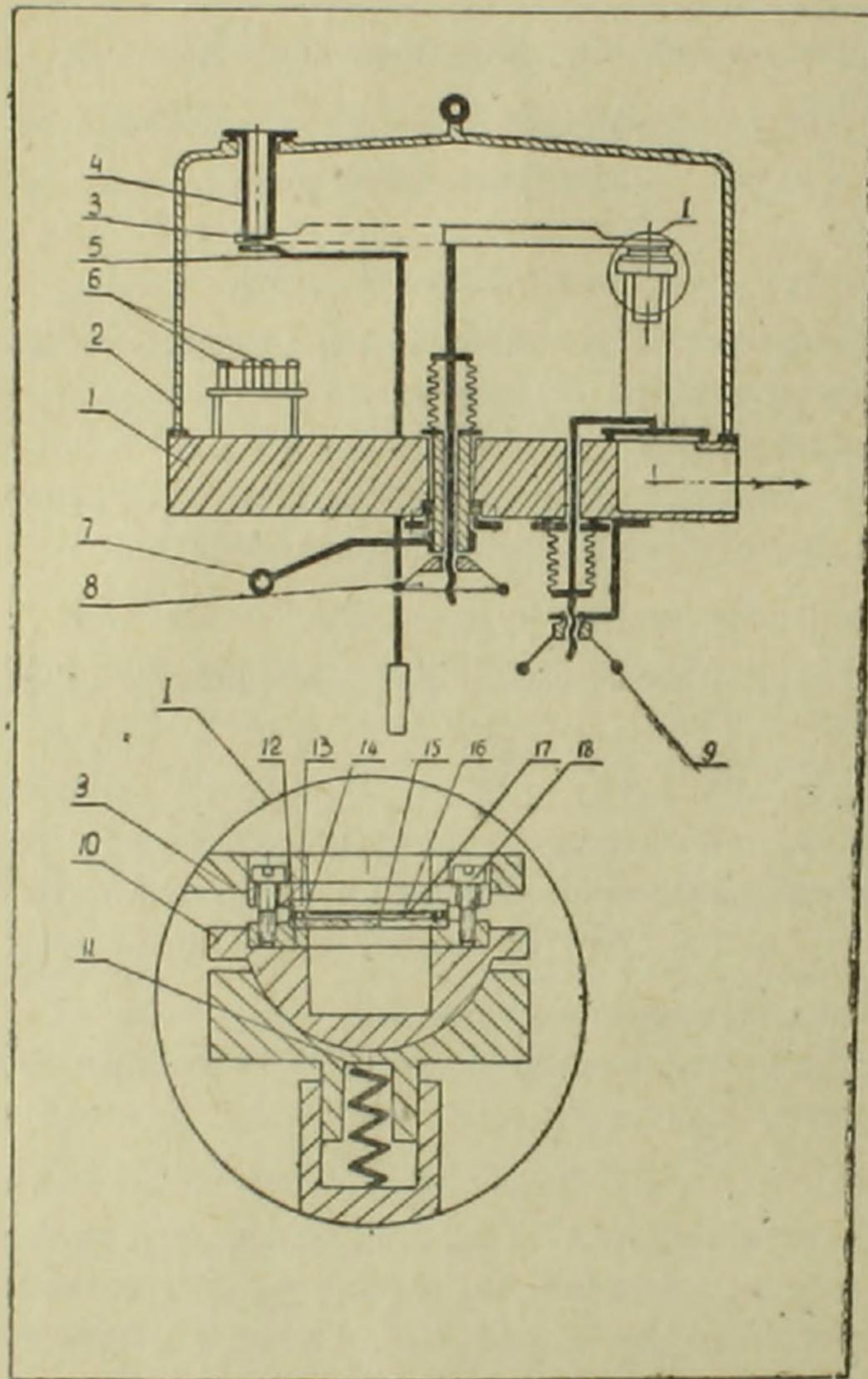
Айвс и Бригс, продолжая подобные исследования, определили оптические константы группы щелочных металлов для области спектра 4000—2400 Å. В дальнейшем Вуд и Лукенс (6) исследовали явление уменьшения отражения от слоев щелочных металлов на границе их прозрачности в ультрафиолетовой области спектра, пытались одновременно найти границу, где вновь появится отражение. Они показали, что вплоть до 500 Å такое отражение не имеет места.

Благодаря тому, что начало прозрачности тонких слоев щелочных металлов находится в области далекого ультрафиолета — в интервале 3800—1550 Å, они могут найти широкое применение при создании ультрафиолетовых светофильтров. Так, например, Вуд попытался изготовить калиевый абсорбционный светофильтр, возгоняя металлический калий в промежуток между двумя кварцевыми полированными пластинами. Из-за большой активности металлического калия такой светофильтр оказался недолговечным. О'Брайн (7) получил подобный светофильтр методом перегонки металлического калия в промежуток между двумя полированными кварцевыми пластинами, сваренными по периметру. Такой светофильтр имел пропускание 25% на $\lambda = 2500$ Å. Шоу и Форман (8) изготовили светофильтр из сплава натрий—калий, заполнив жидким сплавом пространство шириною в 1 мк между двумя полированными пластинами из кварца, посаженными по кольцевому периметру на глубокий контакт.

В настоящей работе предлагается способ (9) получения светофильтров из тонких слоев щелочных металлов, полученных осаждением металла термическим испарением в вакууме на полированную пластину из

кристаллического фтористого лития (LiF) с последующей герметизацией слоя металла с помощью второй полированной пластинки из того же кристалла LiF и кольцевой прокладки из полиэтилена или фторопласта. Изготовленные таким способом светофильтры могут выделить отдельные области спектра в диапазоне $1000\text{--}3000\text{ \AA}$.

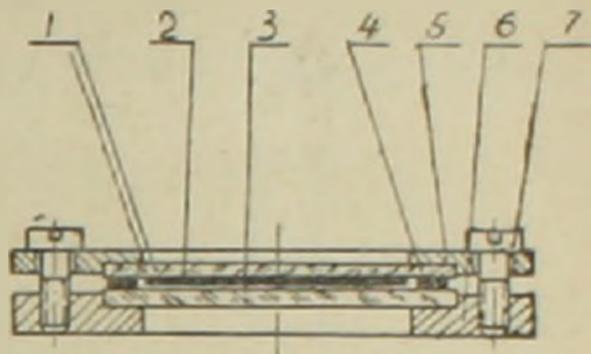
Вакуумная установка с манипулятором, которая применялась нами для получения светофильтров, представлена на фиг. 1. Объем, в котором



Фиг. 1. Схема вакуумной установки и манипулятора для получения светофильтра из тонких слоев щелочных металлов.

создавался вакуум $1 \cdot 10^{-5}$ мм. рт. ст., ограничен плитой 1 и колпаком 2. Полированная пластина 16 из LiF закрепляется с оправой 13 на кронштейне 3. Для охлаждения пластины жидким азотом перед осаждением слоя металла служит холодильник 4. Маска 5 ограничивает диаметр осаждаемого слоя металла 17, который испаряется с термических нагревателей 6. После осаждения слоя металла пластина в оправе с помощью рукояток 7 и 8 отводится от холодильника и переносится в правую часть установки, где производится герметизация щелочного

металла с помощью второй полированной пластины 15 из кристаллического LiF и кольцевой прокладки 14, лежащей на краю защитной пластины. Защитная пластина лежит в оправе 12 на шаровой опоре 10. Усилие сжатия пластин при вертикальном перемещении кронштейна 3 зависит от пружины 11. После сжатия пластин в установку пускается воздух и убирается колпак. Сжатие пластин фиксируется свинчиванием по периметру винтами 18 оправ 12 и 13.



Фиг. 2. Конструкция светофильтра.

Готовый светофильтр представлен на фиг. 2. Здесь 1 и 3 — плоскопараллельные пластинки из LiF; 2 — осажденная на пластинке 1 пленка из щелочного металла; 4 — кольцеобразная прокладка из фторопласта; 5 и 6 — оправы из нержавеющей стали; 7 — закрепочные винты.

Изготовленные описанным способом светофильтры оказались недолговечными; через несколько дней после изготовления в них начинают появляться пузырьки. Поскольку использованные нами пластинки из фтористого лития предварительно хорошо обезглаживались, то причиной этого, следует думать, является остаточный воздух внутри самого фильтра (между двумя пластинками из LiF). Очевидно, при изготовлении фильтра в вакуумной камере, обеспечивающей более высокую степень разрежения воздуха, можно будет устранить и этот недостаток. Важно то, что предложенный здесь способ в принципе позволяет изготовить ультрафиолетовые светофильтры, которые можно будет использовать в измерительных приборах, в том числе и в аппаратах, предназначенных для работы в условиях космоса.

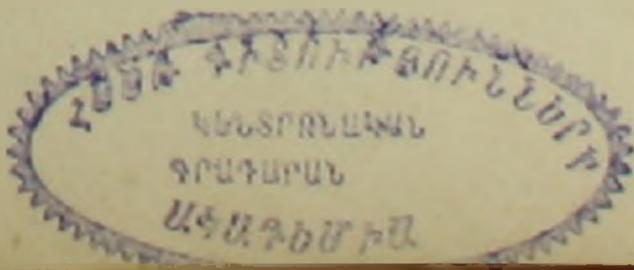
Описанным выше способом нами были получены светофильтры из металлических слоев натрия, калия и рубидия. В качестве подложки и защитной пластины использовались полированные пластины из кристаллического фтористого лития толщиной 1 мм, прозрачного в области вакуумного ультрафиолета. Толщина осаждаемого металла контролировалась визуально, по исчезновению нити лампы накалывания при просмотре через слой металла.

На фиг. 3 представлены спектральные кривые пропускания полученных светофильтров. Здесь же для сравнения пунктирными линиями даны кривые спектрального пропускания тонких пленок (без подложек) калия и рубидия, полученных Айвсом и Бригсом. Начало пропускания кривых для калия и рубидия совпадает, и только кривая нашего калиевого светофильтра оказывается несколько смещенной в область коротких волн.

Местоположения максимум λ_{\max} и величина пропускания T изготовленных описанным способом светофильтров следующие.

Натриевый светофильтр (система LiF + Na + LiF)

$$\lambda_{\max} = 1600 \text{ \AA}, T = 16 \%$$

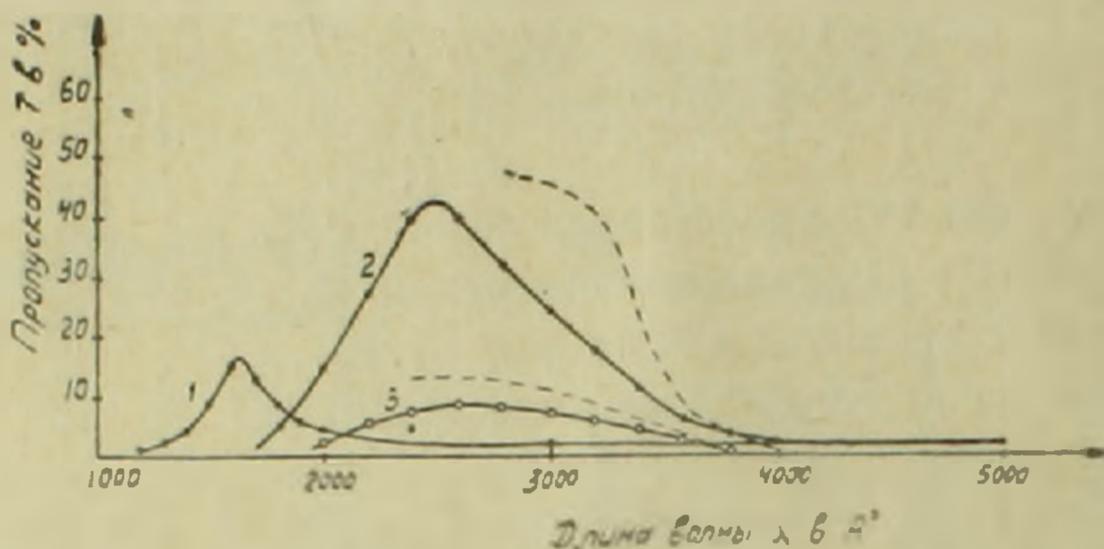


Калиевый светофильтр (система $\text{LiF} + \text{K} + \text{LiF}$)

$$\lambda_{\text{max}} = 2500 \text{ \AA}, T = 40 \%$$

Рубидиевый светофильтр (система $\text{LiF} + \text{Rb} + \text{LiF}$)

$$\lambda_{\text{max}} = 2600 \text{ \AA}, T = 9 \%$$



Фиг. 3. Кривые спектрального пропускания светофильтров из слоев щелочных металлов в ультрафиолетовой области спектра. 1. Натриевый светофильтр (система $\text{LiF} + \text{Na} + \text{LiF}$) 2. Калиевый светофильтр (система $\text{LiF} + \text{K} + \text{LiF}$). 3. Рубидиевый светофильтр (система $\text{LiF} + \text{Rb} + \text{LiF}$). Пунктирные кривые — пропускание пленок K и Rb по измерениям Айвса и Бригса.

Пропускание всех светофильтров в видимом диапазоне длин волн ($\sim 5000 \text{ \AA}$) оказалось порядка 2% .

Филиал Бюраканской
астрофизической обсерватории
Академии наук Армянской ССР

Գ. Ա. ԳՈՒՐԶԱԳՅԱՆ, Հայկական ՍՍԻԻ ԳԱ րդրակից-անդամ, և Վ. Մ. ՆՈՎԻԿՈՎ

Այկալիական մեթաղներից պատրաստված լուսազտիչներ՝ սպեկտրի կարճալիք մասի համար

Առաջարկված է այկալիական մետաղներից լուսազտիչներ պատրաստելու մեթոդը որոնք բաց են թողնում տարբեր տիրույթներ՝ սպեկտրի 1000--3000 աՆգստրեմ հատվածում: Մշակված է հատուկ վակուումային կամերա՝ մանիպուլյատորով (նկ. 1), որը հնարավորություն է տալիս այկալիական մետաղի գոլորշացման միջոցով ստացված բարակ թաղանթը նստեցնել կրիտալային ֆտորային լիթիումի երկու թիթեղների արանքում: Այդ թիթեղները այնուհետև իրար կցվում են աժուր այնպես, որ վակուումային կամերայից ֆիլտրը հանելուց հետո նրանում օդ այլևս չի թափանցում: Լուսազտիչի կոնստրուկցիան պատկերված է նկ. 2-ում:

Այս կերպ ստացվել է երեք տիպի լուսազտիչ պատրաստված նատրիումի՝ թց, կալիումից և ուլտրաթուլիցի՝ իրանց բացթողման կորերը բերված են նկ. 3-ում:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ P. B. Byd, Phil. Mag. and J. of Science, 38, 98, 1919 ² P. B. Byd, Phys. Rev. 44, 353, 1933. ³ X. E. Aivis и X. B. Briggs, JOSA, 26, 236, 1935. ⁴ X. E. Aivis и X. B. Briggs, JOSA, 27, 181, 1937. ⁵ X. E. Aivis и X. B. Briggs, JOSA 27, 395, 1937. ⁶ P. B. Byd и K. Лукенс, Phys. Rev., 54, 332, 1938. ⁷ X. M. O'Брайн. Scien. Instr., 6 23, 1935. ⁸ К. X. Шои и В. Т. Форман, JOSA, 49, 724, 1959. ⁹ Г. А. Гурздяк и В. М. Новиков, „Светофильтры для ультрафиолетовой области спектра из тонких слоев щелочных металлов“, авторское свидетельство № 179961 от 30. I. 1965 г.

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

В. М. Тараян, чл.-корр. АН Армянской ССР, Л. Г. Мушегян и М. Г. Экимян

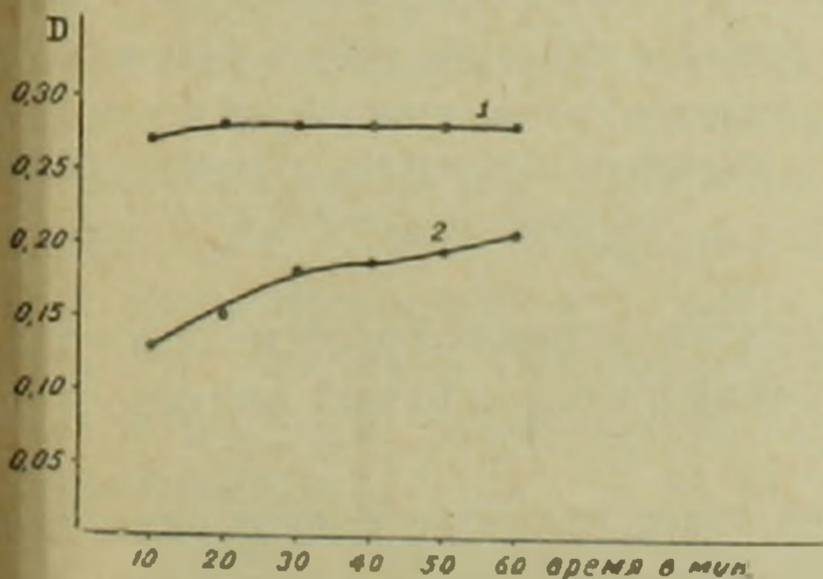
Исследование каталитического влияния ионов двухвалентной меди на реакцию взаимодействия перрената с роданидом

(Представлено 1/VII 1965)

Реакция взаимодействия молибдат-иона с роданидом в солянокислой среде катализируется ионами двухвалентной меди (1).

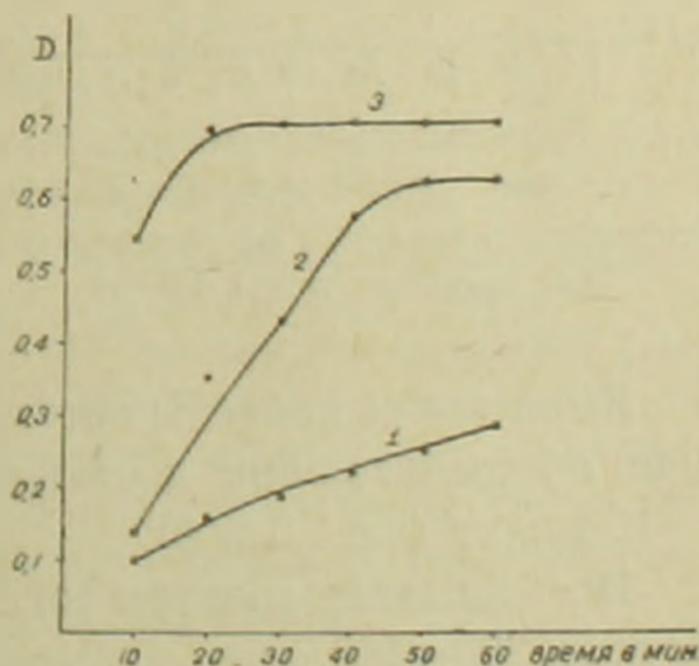
Настоящим исследованием поставлена задача выяснить возможность образования рений-роданидного комплексного соединения за счет каталитического влияния ионов меди на реакцию взаимодействия перрената с роданидом в солянокислой среде, без введения обычно применяемого восстановителя—хлорида олова (II).

С этой целью в 25 мл мерную колбу последовательно прибавлялись растворы перрената, HCl, CuSO₄ и роданида аммония, раствор, переме-



Фиг. 1. Изменение оптической плотности раствора рений-роданидного комплексного соединения во времени (8н HCl; $C_{Re} = 4,3 \cdot 10^{-6}$ м/л).

1— в присутствии ионов меди; 2— в отсутствие ионов меди.



Фиг. 2. Зависимость оптической плотности раствора рений-роданидного комплексного соединения от концентрации соляной кислоты ($C_{Re} = 4,3 \cdot 10^{-6}$ м/л)

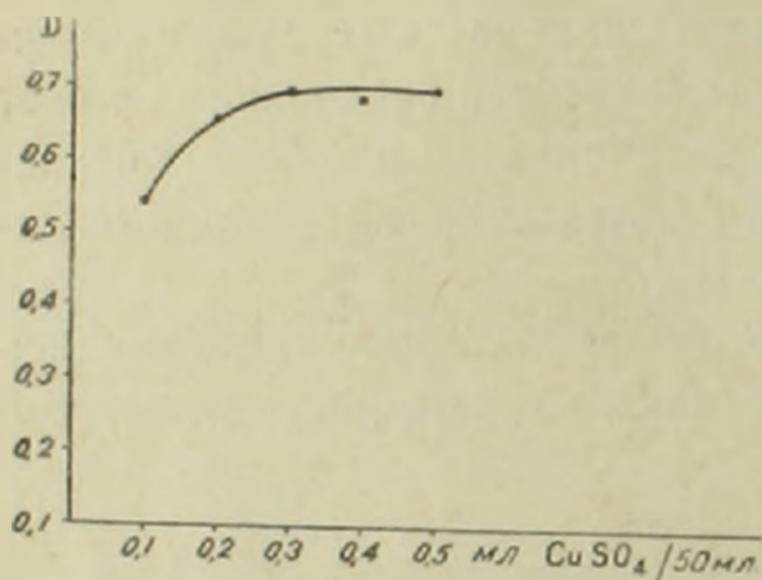
1— В6н HCl; 2— В7 и HCl; 3— В8н HCl.

шивался и разбавлялся водой до метки. Оптическая плотность этого раствора измерялась при длине волны 428 мк (фотометр Пульфриха).

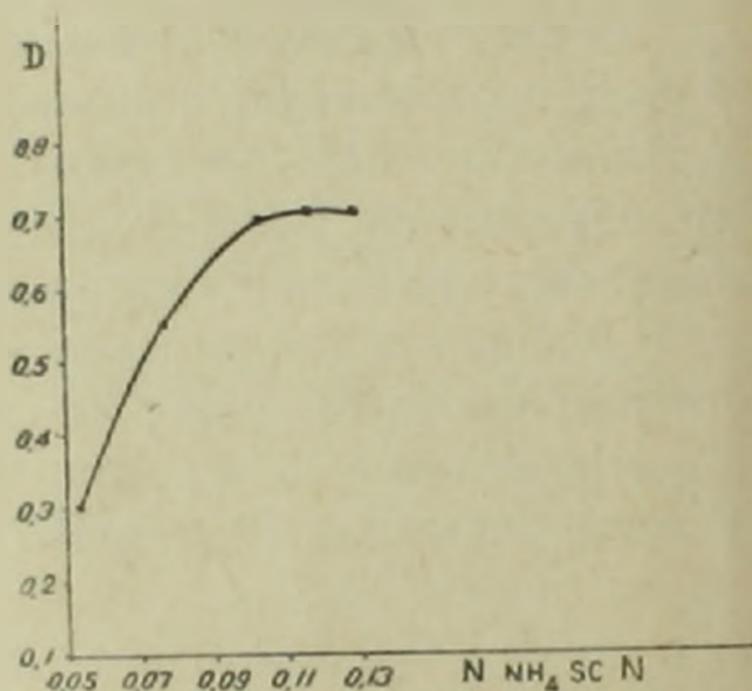
Полученные результаты приведены на фиг. 1 (кривые 1 и 2) и свидетельствуют о том, что ионы меди катализируют реакцию образования рений-роданидного комплекса.

Дальнейшие опыты были посвящены определению оптимальных для этой реакции условий.

На фиг. 2. показано изменение оптической плотности исследуемого раствора в зависимости от концентрации соляной кислоты. Из фиг. 2 следует, что интенсивность окраски рений-роданидного соединения, образованного без введения восстановителя*, возрастает при повышении кислотности. Одновременно сокращается время, необходимое для достижения максимальной окраски. Так, за 15—20 минут оптическая плотность раствора рений-роданидного комплексного соединения в 8н НСl достигла своего максимального значения и в продолжении 1 часа не изменялась. Наблюдения за дальнейшим постоянством оптической плотности исследуемого раствора не производились.



Фиг. 3. Зависимость оптической плотности раствора рений-роданидного комплексного соединения от концентрации иона меди ($C_{\text{Cu}} = 0,04\%$).



Фиг. 4. Зависимость оптической плотности раствора рений-роданидного комплексного соединения от концентрации роданида ($C_{\text{Re}} = 4,3 \cdot 10^{-6}$ м/л).

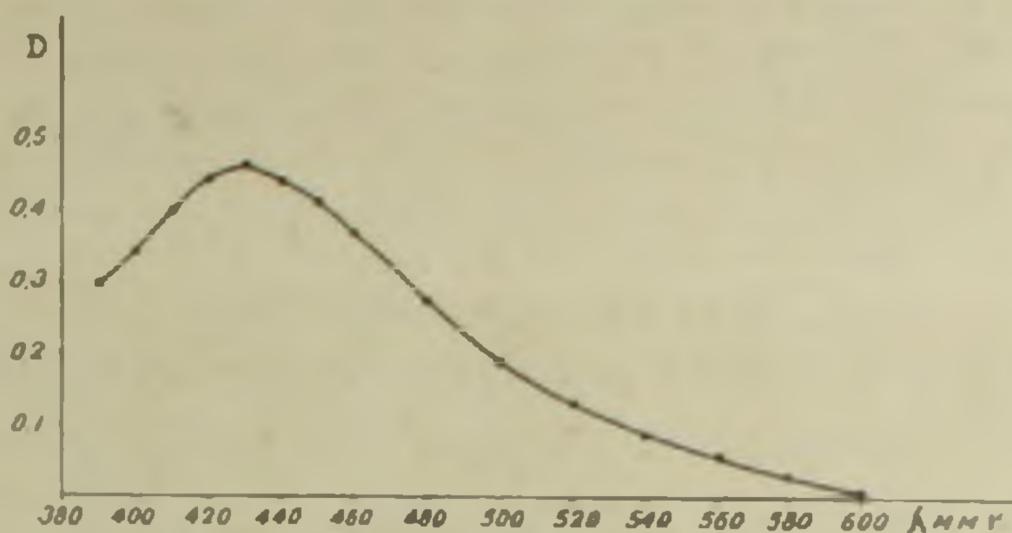
Были также найдены оптимальные концентрации ионов меди и роданида, обеспечивающие достижение постоянной оптической плотности за 5—10 минут (фиг. 3 и 4).

Исследование спектра поглощения этого раствора в интервале длины волн 390—600 мк подтвердило его идентичность со спектром поглощения роданидного комплекса рения (IV), полученного восстановлением перрената двухвалентным оловом в присутствии роданида⁽²⁾ (фиг. 5).

Для выяснения возможности применения полученного вышеописанным методом окрашенного соединения рения в фотометрии изучалась его подчиняемость закону Бугера—Ламберта—Беера (фиг. 6).

* При подкислении сильными кислотами раствора, содержащего роданид, образуется роданистоводородная кислота, разложение которой с выделением сероводорода катализируется ионами меди⁽¹⁾.

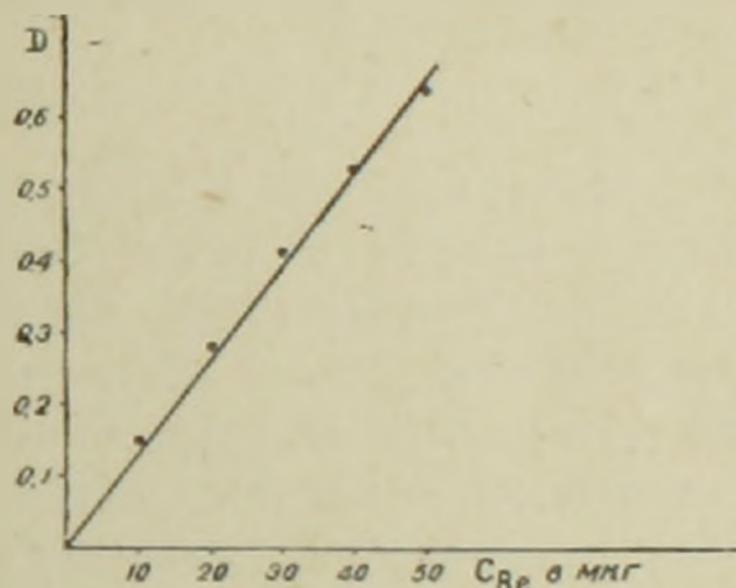
На основании всего вышеизложенного можно прийти к выводу, что реакция образования рений-роданидного комплексного соединения без введения восстановителя количественно завершается за короткий промежуток времени (5—10 мин.) и может быть использована для фотометрического определения рения. Среднее значение молярного коэффи-



Фиг. 5. Кривая светопоглощения раствора рений-роданидного комплексного соединения, полученного без введения восстановителя.

циента светопоглощения исследуемых растворов рений-роданидного соединения получается равным 32 000, что примерно в два раза превышает молярный коэффициент светопоглощения растворов рений-роданидного комплекса, полученного восстановлением перрената двухлористым оловом. По-видимому, при использовании последнего в качестве восстановителя, создаются условия для одновременного образования двух различных комплексных соединений Re (IV): роданидного и хлоридного (гексахлорорената). При этом второй из них имеет в видимой области спектра значительно меньший коэффициент светопоглощения.

Согласно нашим предварительным данным при 428 мкм он равен 40. В отсутствие хлорида олова не только устраняется возможность образования гексахлорорената, но и, благодаря каталитическому влиянию меди, заметно ускоряется образование рений-роданидного комплексного соединения.



Фиг. 6. Зависимость оптической плотности от концентрации раствора рений-роданидного комплексного соединения, полученного без введения восстановителя (подчиняемость закону Бугера—Ламберта—Беера).

**Պերոքսիդային և սուլֆուրային փոխազդեցության սեպտիկայի վրա երկարժեք
պղնձի իոնների կատալիտիկ ազդեցության ուսումնասիրումը**

Ուսումնասիրված է սենիում-սուլֆանական կոմպլեքսային միացությունների առաջացման հնարավորությունը պղնձի (II) իոնների կատալիտիկ ազդեցությամբ՝ ադաթթվային միջավայրում, առանց սովորաբար կիրառվող վերականգնիչ անադի (II) քլորիդ մտցնելու:

Հաստատված են այդ սեպտիկայի համար ուսումնասիրված պայմանները: Մույց է տրվում որ վերոհիշյալ կոմպլեքսի տաքացման սեպտիկային առանց վերականգնիչ մտցնելու, պղնձի (II) իոնների ներկայությամբ, ՅՆ, ադաթթվի լուծույթում քանակապես ավարտվում է 5—10 րոպեում և կարող է կիրառվել սենիումի ֆոտոմետրիկ որոշման համար: Այդ պայմաններում ստացված սենիում-սուլֆանական կոմպլեքսի համար լուսակլանման մոլային գործակիցը կազմում է միջին՝ 32000: Դա քաղաքացիական է նրանով, որ $S\text{OCl}_2$ -ի քաղաքացիական վերացում է թույլ զուգահեռված հերոսարյուրոնենատի միատամանակ առաջանալու հնարավորությունը:

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

¹ Б. Е. Резник, Г. М. Ганзбург, Украин. химич. журнал, XXVIII, 115 (1962)

² В. М. Тараян и Л. Г. Мушегян, «Известия АН АрмССР», т. 17, 46 (1964).

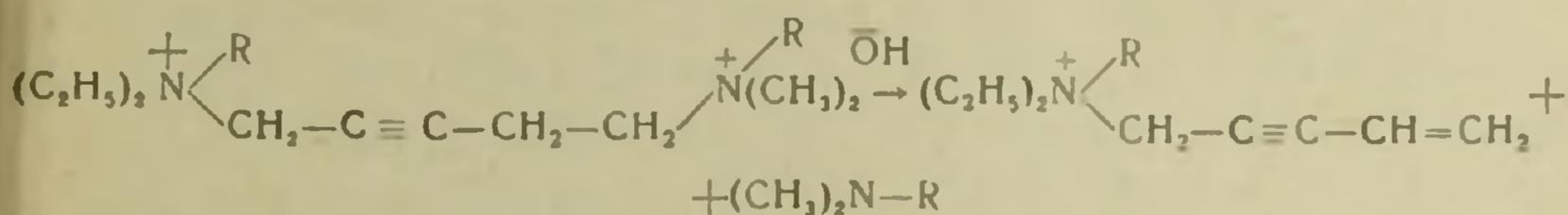
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Т. Бабаян, чл.-корр. АН Армянской ССР, К. Ц. Тагмазян и Г. Т. Бабаян

Внутримолекулярно протекающая реакция диенового синтеза при воднощелочном расщеплении аммониевых солей

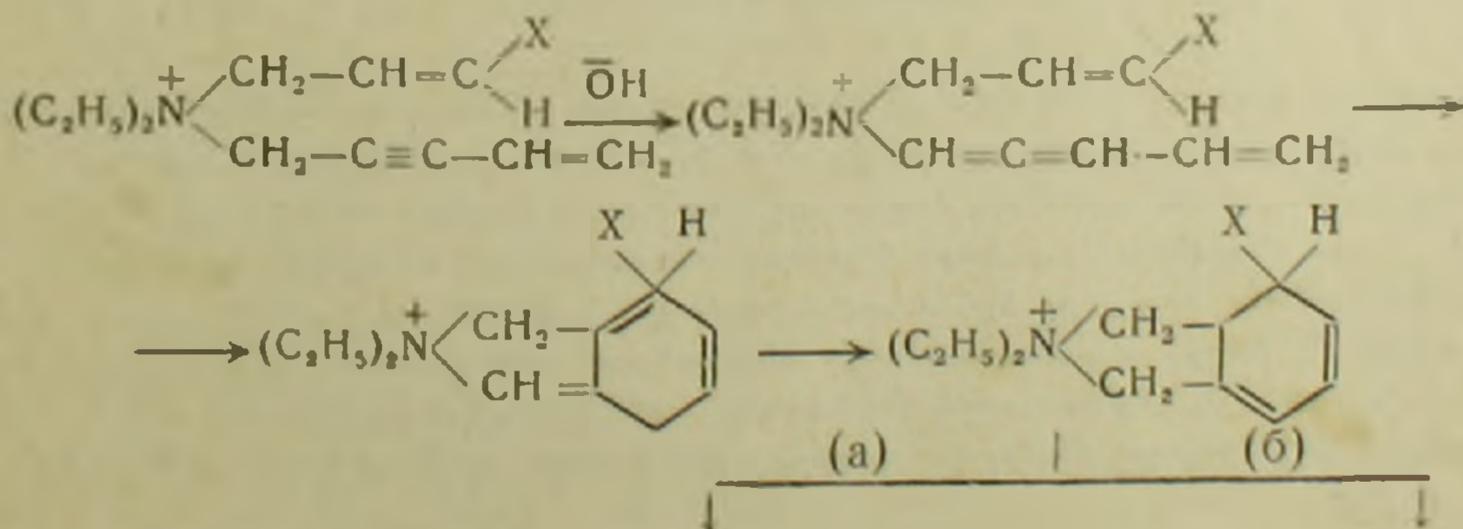
(Представлено 30/IX 1965)

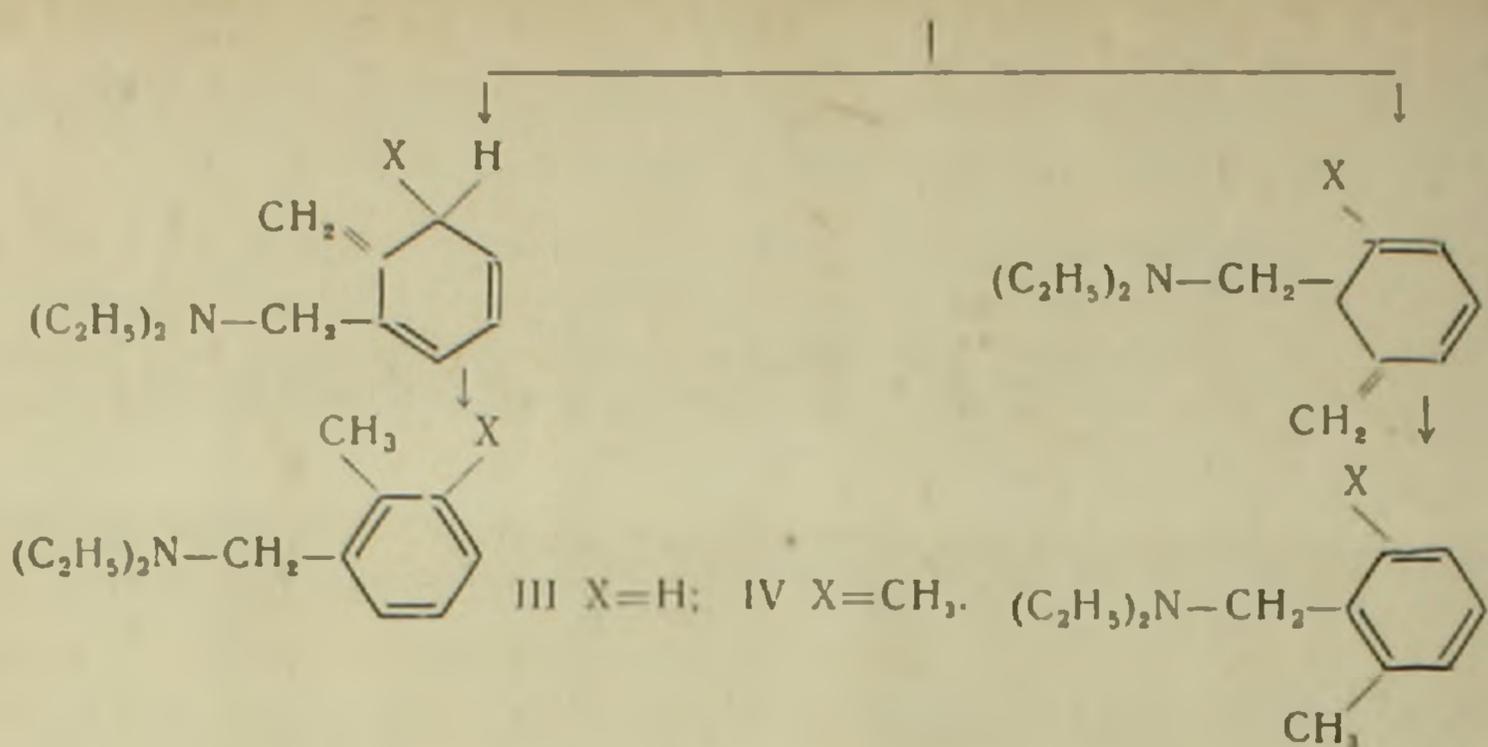
Воднощелочное расщепление 1,5-ди-(триалкиламмоний)-пентенов-2 протекает ступенчато через стадию моноаммониевой соли, содержащей пентен-4-ин-2-ильную группу (1):



В развитие этих работ установлено, что при R равном аллил (I) или кротил (II), во второй стадии расщепления наряду с обычными продуктами реакции образуются также и диэтил-(орто-метилбензил)-амин и соответственно диэтил-(диметилбензил)-амин. В последнем, положение второй метильной группы в ароматическом ядре пока точно не установлено. Далее нами был синтезирован диэтил-(пентен-4-ин-2-ил) амин (2) и получены из него бромистые соли диэтиллаллил-(пентен-4-ин-2-ил) — (III) и диэтилкротил-(пентен-4-ин-2-ил) — (IV) аммония. Результаты реакции воднощелочного расщепления этих солей полностью совпали с результатами второй стадии воднощелочного расщепления солей I и II.

Образование ароматического ядра представляется нам по схеме, включающей в себя внутримолекулярно протекающую реакцию диенового синтеза:





В результате воднощелочного расщепления солей I и III получен диэтил-(орто-метилбензил)-амин с т. к. 92—93° (6 мм), n_D^{20} 1,5038, d_4^{20} 0,9060, найдено %: С 81,26, Н 10,80, N 8,26; C₁₂H₁₉N. Вычислено %: С 81,36, Н 10,73, N 7,91. Т. пл. пикрата 114°, не дает депрессии т. пл. в смеси с пикратом известного образца. Выход амина 54%. Строение амина подтверждено также и данными ИКС.

В результате расщепления солей II и IV получен диэтил-(диметилбензил)-амин с т. к. 95—97° (4 мм), n_D^{20} 1,5090, d_4^{20} 0,8950; т. пл. пикрата 133—134°, найдено %: С 54,30, Н 5,94, N 12,73. C₁₉H₂₅N₄O₇. Вычислено %: С 54,28, Н 5,71, N 13,33. Выход амина 35% теоретического.

Таким образом, на примере солей I, II, III и IV установлена возможность диенового синтеза с последующей ароматизацией образовавшегося цикла при воднощелочном расщеплении аммониевых солей.

Институт органической химии
Академии наук Армянской ССР

Ա. Թ. ԲԱԲԱՅԱՆ, Հայկական ՍՍՏ ԳԱ փորակից-անդամ, Կ. Մ. ԽԱՀՄԱԶՅԱՆ և Գ. Թ. ԲԱԲԱՅԱՆ

Փրոմաթիկ օդակի առաջացում պենտեն-4-ին-2-ի և հեքսիտեն-4-ին-2-ի և ալիլային հիպի խումբ պարունակող ամոնիումային աղերի քրահիմնային ցեղման ժամանակ

Ցույց էր տրված (1), որ 1,5-երկ (և սակայն ամոնիում)-պենտեն-2-ների քրահիմնային ճեղքումը ընթանում է աստիճանաբար, միջանկյալորեն առաջացնելով պենտեն-4-ին-2-ի և ալիլային պարունակող մոնոամոնիումային աղ համաձայն բերված առաջին սխեմայի:

Այդ ուսումնասիրությունների հետագա զարգացումը հանդեպը հետաքրքիր փաստի հայտնաբերման: Երբ վերը նշված ամոնիումային աղի մեջ R-ը հավասար է ալիլ II կամ կրոտիլ III խմբի, ապա սեակցիայի հետևանքով առաջանում է դիէթիլ-(օրթո-մեթիլբենզիլ)-ամին և համապատասխանաբար դիէթիլ-(դիմեթիլբենզիլ)-ամին: Վերջին միացություն մեջ երկրորդ մեթիլ խմբի դիրքը արոմատիկ օդակում դեռևս վերջնականապես պարզված չէ:

Արոմատիկ օդակի մոալացումը պատկերացնում ենք համաձայն բերված սխեմայի, որը իր մեջ պարունակում է ներմուկեկույար ընթացող դիենային սինթեզի ունակցիա: Այսպիսով հայտնաբերված է դիենային սինթեզի հնարավորությունը ամոնիումային ռեզերի ջրահիմնային ճեղքման պայմաններում:

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

¹ А. Т. Бабаян, К. Ц. Тагмазян и Э. С. Ананян, Известия АН АрмССР, химические науки, XVIII, № 3, 252 (1965). ² Д. Д. Коффман, J. Am. Chem. Soc. 57, 1978 (1935).

А. А. Симомян

Влияние липоидо-белковой фракции, выделенной из печени куриного эмбриона, на окислительное фосфорилирование митохондрий

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. Х. Бунятыном 20/IV 1965)

Из печени куриного эмбриона удалось выделить отдельную фракцию, 74,5% которой составляют липиды, 25,4% белки и белкоподобные вещества. Выделенная фракция желтого цвета, не растворяется в воде (можно только суспензировать), растворяется в ацетоне, эфире и в других жировых растворителях. По сравнению с другими компонентами гомогената эмбриональной печени, эта фракция легкая и при центрифугировании при 0—3°, 9000×g толстым слоем выделяется на поверхности надосадоочной жидкости.

В печени эмбриона она обнаруживается во второй половине плодной стадии, т. е. с 16—17 дня, сильно увеличивается на 19—21 день и сохраняется на этом уровне у 4—5-дневных цыплят. Количество ее постепенно уменьшается, и у месячных цыплят она не обнаруживается.

Интересно отметить, что окраска печеночной ткани куриного зародыша в течение эмбриогенеза меняется. До 13—14-дневного возраста печень эмбриона имеет такую же окраску, как и у кур, затем она постепенно приобретает желтый оттенок и у 17—18-дневного эмбриона принимает интенсивно желтый цвет, который сохраняется и у 15-дневных цыплят. У месячных цыплят печень принимает свою нормальную окраску. Таким образом, изменение окраски печени эмбриона в течение его развития обуславливается появлением и исчезновением в ней вышеуказанной липоидо-белковой фракции.

С целью выяснения роли этой липоидо-белковой фракции мы поставили перед собой задачу изучить ее влияние на окислительное фосфорилирование митохондрий печени куриного эмбриона. Опыты ставили на эмбрионах кур породы белый леггорн. Для сравнения изучали действие липоидо-белковой фракции также на митохондриях печени кроликов и белых крыс (зрелые животные).

Митохондрии печени выделяли по методу В. П. Скулачева (1). Митохондриальную фракцию инкубировали в течение 1 часа при 26°, в аппарате Варбурга (2). Инкубационная смесь содержала в мкмольях: субстраты окисления — сукцинат или глутамат — 50, фосфата калия —

40. KCl — 100, MgCl₂ — 10, глюкозы — 150, АТФ — 3 и 0,75 мг гексокиназы (Sigma). Митохондрии добавляли в количестве соответствующем 2–3 мг белка. В каждой пробе в реакционную смесь вносили в количестве 7 мг свежую липоидо-белковую фракцию, выделенную из печени эмбриона и суспензированную в 0,25 М сахарозе. Конечный объем инкубационной смеси — 2,4 мл, pH 7,4.

Неорганический фосфат определяли методом Лоури и Лопеза (3). Белок определяли по методу Лоури (4). Количество фосфата и поглощенного кислорода рассчитано на миллиграмм белка.

Проведенные исследования показали, что под действием указанной фракции окислительное фосфорилирование в митохондриях печени эмбриона разобщается, т. е. уменьшается убыль неорганического фосфата, а дыхание усиливается (табл. 1).

Таблица 1

Влияние липоидо-белковой фракции на соотношение окисления и фосфорилирования митохондрий печени куриного эмбриона (субстрат сукцинат)

	Контроль			Липоидо-белковая фракция		
	О мкатома	Р мкатома	Р/О	О мкатома	Р мкатома	Р/О
M ± m	5,62 ± 0,291	8,09 ± 0,515	1,43 ± 0,237	7,91 ± 0,382	5,81 ± 0,113	0,74 ± 0,057
	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
T				4,91	4,33	2,90
				P < 0,001	0,005 > P	0,250 > P
					0,001 < P	0,010 < P

Как видно из таблицы, коэффициент соотношения окисления и фосфорилирования в митохондриях печени эмбриона под влиянием этой фракции уменьшился в два раза. Количество фосфата, по сравнению с контролем (пробы без липоидо-белковой фракции), уменьшилось на 2,28 мкатома, а количество поглощенного кислорода, наоборот, увеличилось.

При окислении глутамата в митохондриях печени эмбриона Р/О под действием выделенной фракции снизилось более чем в два раза по сравнению с контролем (табл. 2).

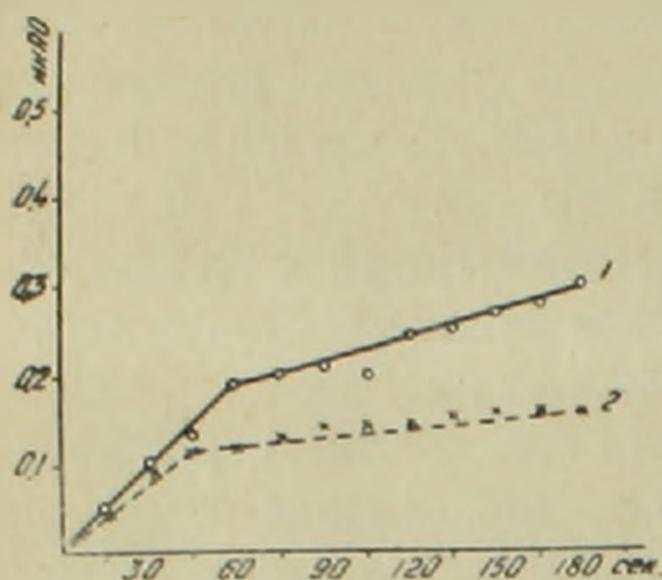
Таблица 2

Влияние липоидо-белковой фракции на окислительное фосфорилирование митохондрий печени куриного эмбриона (субстрат глутамат)

	Контроль			Липоидо-белковая фракция		
	О мкатома	Р мкатома	Р/О	О мкатома	Р мкатома	Р/О
M ± m	2,69 ± 0,211	5,02 ± 0,584	1,82 ± 0,091	3,14 ± 0,068	2,69 ± 0,232	0,84 ± 0,068
	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
T				2,00	3,70	9,00
				0,100 > P	0,005 > P	P < 0,001
				0,500 < P	0,001 < P	

Полярнографическое изучение дыхания показало, что в течение первых трех минут инкубации реакционной смеси дыхание митохондрий пе-

чени цыпленка при наличии липоидо-белковой фракции, по сравнению с контрольными пробами, усиливается вдвое (фиг. 1).



Фиг. 1 Полярографическое изучение дыхания митохондрий печени цыпленка и влияние липоидо-белковой фракции на поглощение кислорода (субстрат — сукцинат). 1 — Полная инкубационная смесь + липоидо-белковая фракция; 2 — Контроль (полная инкубационная смесь без липоидо-белковой фракции).

В инкубационную смесь входят в *мкмол.* ях: сукцината — 25, фосфата калия — 20, KCl — 50, MgCl₂ — 5, глюкозы — 75, АТФ — 1,5 и 0,37 *мг* гексокиназы. В полярографическую чашку митохондрии добавляли с расчетом на 1—1,5 *мг* белка. Конечный объем реакционной смеси — 1 *мл*, инкубирование при 26°.

Исследования показывают, что при тех же условиях опыта под действием липоидо-белковой фракции окислительное фосфорилирование митохондрий кролика (зрелые животные) тоже разобщается, причем более интенсивно (таблица 3). Так, если в контроле Р/О составляло 1,12, то при добавлении липоидо-белковой фракции оно снизилось до 0,26 (в 4,3 раза). Сопряженность фосфата уменьшается в 4,5 раза, а дыхание усиливается.

В четвертой таблице приведены данные, показывающие влияние липоидо-белковой фракции на Р/О митохондрий печени крыс. В данном случае под действием этой фракции окислительное фосфорилирование также разобщается, при этом в инкубационной среде повышается количество свободного фосфата.

Таблица 3

Влияние липоидо-белковой фракции на соотношение окисления и фосфорилирования митохондрий печени кролика (субстрат сукцинат)

	Контроль			Липоидо-белковая фракция		
	О <i>мкатома</i>	Р <i>мкатома</i>	Р/О	О <i>мкатома</i>	Р <i>мкатома</i>	Р/О
<i>M</i> ± <i>m</i>	7,16 ± 0,308 (4)	8,02 ± 0,247 (4)	1,12 ± 0,014 (4)	4,00 ± 0,251 (4)	1,13 ± 0,318 (4)	0,26 ± 0,060 (4)
<i>T</i>				8 P < 0,001	17 P < 0,001	11 P < 0,001

Вторая часть работы посвящена изучению действия липоидо-белковой фракции на аденозинтрифосфатазную (АТФ-азную) активность. Для изучения активности фермента брали следующую инкубационную смесь: 1,4 *мл* 0,25 *M* сахарозы, 0,2 *мл* АТФ (20 *мг* АТФ в 1 *мл*), 0,2 *мл* суспензии митохондрий (которая соответствует 1—2 *мг* белка), и в каждой пробе по 0,2 *мл* 7 *мг* липоидо-белковой фракции. Конечный объем смеси — 2 *мл*, рН 7,4. Инкубацию проводили при 26°. Крите-

рием активности фермента служило увеличение неорганического фосфата в среде после 30-минутной инкубации.

Опыты показывают, что под влиянием липоидо-белковой фракции АТФ-аза печеночных митохондрий эмбриона, по сравнению с контроль-

Таблица 4

Влияние липоидо-белковой фракции на соотношение окисления и фосфорилирования митохондрий печени крысы (субстрат сукцинат)

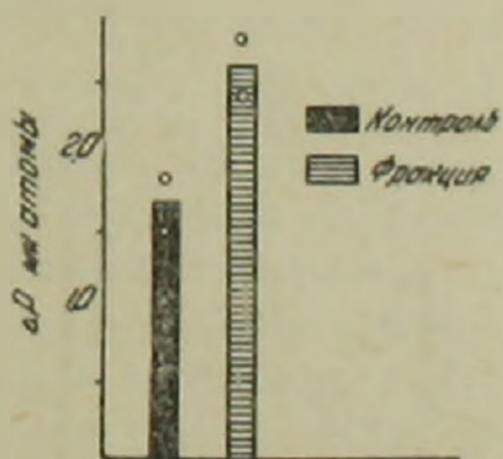
	Контроль			Фракция		
	О мкатома	Р мкатома	Р/О	О мкатома	Р* мкатома	Р/О
$M \pm m$	$3,73 \pm 0,173$	$0,69 \pm 0,041$	$0,19 \pm 0,007$	$3,90 \pm 0,384$	$0,37 \pm 0,042$	—
(n)	(4)	(4)	(4)	(6)	(6)	
(**)	21	17	27	10	9	

* Количество свободного фосфата в инкубационной среде.

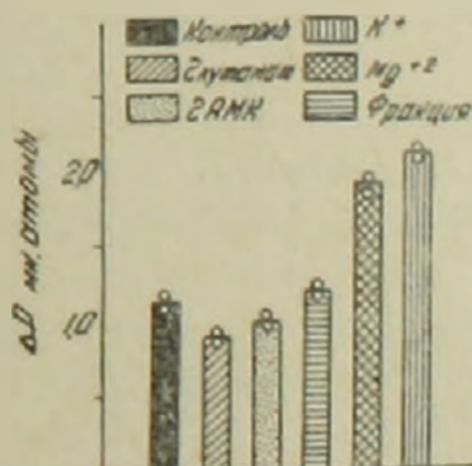
** Статистическая достоверность данного ряда.

ными пробами, активируется почти на 50 процентов (фиг. 2). Больше всех повышается активность АТФ-азы митохондрий печени кроликов. Например, в контрольных опытах под действием фермента количество отщепившегося от АТФ фосфата составляло всего лишь 0,58 мкатома, тогда как при добавлении липоидо-белковой фракции оно достигало 2,19 ($P < 0,001$). Такое повышение активности фермента под влиянием липоидо-белковой фракции наблюдается и в митохондриях печени крысы (фиг. 3).

Для сравнения липоидо-белковой фракции, которая, как показывают наши исследования, является сильным активатором АТФ-азы, мы одновременно изучили и другие активаторы: γ -аминомасляную кислоту (ГАМК), глутамат, K^+ и Mg^{2+} (фиг. 3). В каждой пробе опыта брали в мкмольях: ГАМК или глутамата — 50, KCl — 100 и $MgCl_2$ — 10.



Фиг. 2. Влияние липоидо-белковой фракции на АТФ-азную активность митохондрий печени куриного эмбриона.



Фиг. 3. АТФ-азная активность митохондрий печени крысы и влияние глутамата, ГАМК, K^+ , Mg^{2+} и липоидо-белковой фракции на активность фермента.

Опыты показали, что под действием ГАМК, глутамата и K^+ АТФ-аза печеночных митохондрий кроликов и крыс не активируется.

Влияние Mg^{2+} на активность АТФ-азы в митохондриях кроликов сравнительно слабее, чем у крыс. Эти исследования показывают, что под влиянием липоидо-белковой фракции по сравнению с Mg^{2+} активность фермента митохондрий печени кроликов повышается почти вдвое

Вышеуказанные факты говорят также о том, что АТФ-аза в одной и той же ткани у разных животных проявляет не одинаковые свойства, в пользу этого свидетельствуют и наши прежние исследования по изучению ферментативной активности различных органов цыпленка (5).

Выводы. Проведенные нами исследования показывают, что в печени куриного эмбриона с середины плодной стадии образуется определенная липоидо-белковая фракция, которая сохраняется и у 4—5-дневного цыпленка. Затем ее количество исчезает у цыплят в одномесечном возрасте. По своему химическому составу основную часть этой фракции составляют липиды. При активном действии выделенной фракции окислительное фосфорилирование в митохондриях печени куриного эмбриона разобщается. Такое же влияние оказывает эта фракция и на митохондрии печени кроликов и крыс. Выделенная липоидо-белковая фракция интенсивно активирует АТФ-азу митохондрий печени эмбриона и митохондрий печени кроликов и крыс.

Институт биохимии
Академии наук Армянской ССР

Ա. Ա. ՍԻՄՈՆՅԱՆ

Հավի էմբրիոնի լյարդից անջատված լիպոիդո-սպիտակուցային ֆրակցիայի ազդեցությունը միտոքոնդրիաների օքսիդացիոն ֆոսֆորիլացման վրա

Հավի սաղմի լյարդի հումոդենատը $0-3^{\circ}$ -ի սալմաններում մինչև $9000 \times g$ արագությամբ ցենտրիֆուգելիս մենք անջատել ենք մի լիպոիդո-սպիտակուցային ֆրակցիա՝ Այդ ֆրակցիան սաղմի լյարդում երևան է գալիս էմբրիոնային պարզացման պտղային շերտանի երկրորդ կետից, այսինքն՝ 16—17-րդ օրից և սկսում է շատանալ 15—21-րդ օրային պահպանվում է նաև ճտի գուրս գալուց հետո մինչև նրա 4—5 օրական հասակը, այնուհետև աստիճանաբար սակասում է և մեկից մեկ ու կես ամսական ճտերի մոտ իր պատվերանում:

Այդ ֆրակցիայի բիմիական կազմի ուսումնասիրությունը ցույց տվեց, որ նրա 74,5% -ը կազմում են լիպիդներ, իսկ 25,4% -ը՝ սպիտակուցներ և սպիտակուցանման նյութեր: Լիպոիդո-սպիտակուցային ֆրակցիայի ազդեցության տակ հավի էմբրիոնի լյարդի միտոքոնդրիաների օքսիդացիոն ֆոսֆորիլացումը ճեղքվում է՝ էսթերիֆիկացված ֆոսֆատի քանակը սակասում է, իսկ շնչառությունը ուժեղանում: Այդ ֆրակցիայի համանման ազդեցություն դիտվում է նաև ճագարների և սպիտակ առնետների (հասուն կենդանիների) լյարդի միտոքոնդրիաների վրա: Լիպոիդո-սպիտակուցային ֆրակցիայի մանակցությամբ ինտենսիվ ակտիվանում է ինչպես հավի էմբրիոնի, այնպես էլ ճագարների և սպիտակ առնետների լյարդի միտոքոնդրիաների ազենոպինարիֆոսֆատազան:

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

¹ В. П. Скулачев, Соотношение окисления и фосфорилирования в дыхательной цепи М., 1962. ² В. В. Умбрейт, Р. Х. Буррис, Дж. Ф. Штауффер, Манометрические методы изучения тканевого обмена, М., ИЛ., 1951. ³ О. Лоури, Ж. Лотез J. Biol. Chem., 162, 42, 1946. ⁴ О. Лоури и др., J. Biol. Chem., 193, 265, 1951. ⁵ А. А. Симонян, «Изв. АН Арм. ССР», сер. биол., 4, 1964.

БИОХИМИЯ

Э. Я. Бабина

Изменения окислительных процессов в тканях облученных животных под действием моноэтаноламина

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. Х. Бунятыном 19/V 1965)

В вопросе патогенеза лучевой болезни существенная роль принадлежит изменениям окислительных процессов.

Б. Н. Тарусов (1) считает, что одной из важнейших реакций при лучевом поражении является цепная реакция окисления липидов с образованием и накоплением в них перекисных соединений. На увеличение содержания липидных перекисей в органах облученных животных также указывает ряд авторов (2-4).

Развитие цепной реакции окисления липидов в облученном организме идет по пути инактивации систем естественных антиоксидантов, которые содержатся в значительном количестве в тканях организма (5).

Ф. Ю. Рачинский и Н. М. Мозжухин (6) установили, что всякое вещество, которое оказывает в биологическом эксперименте защитное действие, является ингибитором окислительных реакций жира. Работами Г. В. Камалаяна (7) показано, что моноэтаноламин в процессах самоокисления жиров тоже является антиоксидантом.

Учитывая вышеизложенное и положительные результаты, полученные нами в опытах на выживаемость белых крыс под действием моноэтаноламина (8), мы поставили задачу определить содержание липидных перекисей и количество поглощенного кислорода в тканях животных, подвергшихся облучению рентгеновскими лучами в условиях защиты моноэтаноламином.

Работа проведена на белых крысах-самцах (212 животных) весом 150—200 г, содержащихся в обычных условиях вивария.

Острую лучевую болезнь вызывали путем однократного общего облучения при помощи рентгенотерапевтической установки РУМ-11 при следующих условиях: напряжение 180 кВ, сила тока 15 мА, фильтры 0,5 мм Си и 1 мм Аl, расстояние источник—кожа 40 см. Доза облучения 650 р, мощность дозы 48 р./мин.

Моноэтаноламин вводили внутрибрюшинно из расчета 200 мг на 1 кг веса животного за 7—10 мин. до облучения. Выживаемость крыс при данной дозе составляла 33%.

Материалом для исследования служили печень и селезенка крыс. Все исследования проводили через 30 мин., 2, 5, 7, 10 суток после лучевого воздействия, в серии определения содержания липидных перекисей дополнительно были введены 3-е и 4-е сутки.

Липидные перекиси в печени и селезенке подопытных крыс определяли по методу Хоргана и Филпота в видоизменении З. И. Жулановой, И. А. Коровиной и Е. Ф. Романцева (9). Опыты на определение дыхания печени и селезенки ставились в респирометрах Варбурга при температуре 37°, на фосфатном буфере Кребс—Рингера с общим объемом жидкости в сосудике 3,2 мл. Навеска ткани—300 мг. За дыханием тканей следили в течение 60 минут.

В результате проведенных исследований по определению содержания липидных перекисей в бутаноловых экстрактах было установлено, что экстракты печени и селезенки здоровых животных содержат незначительное количество перекисей, причем в печени содержание их составляет $1,5 \cdot 10^{-7}$ моль/г, в селезенке— $3,6 \cdot 10^{-7}$ моль/г. Данные исследования количества липидных перекисей тканей животных в различные сроки после облучения представлены в табл. 1,

Таблица

Липидные перекиси (количество, 10^{-7} моль/г) печени и селезенки подопытных крыс

Контроль	Печень			Селезенка		
	1,5±0,054 (8)*			3,6±0,54 (8)		
Сроки после облучен.	облучение	облучение + моноэтанол.	% снижения	облучение	облучение + моноэтанол.	% снижения
30 минут	2,7±0,18 (4)	2,55±0,39 (4) p > 0,05	5,6	5,8±0,72 (4)	5,5±0,5 (4) p > 0,05	5,2
2 суток	3,7±0,195 (8)	3,0±0,078 (8) p < 0,01	23,3	10,5±0,96 (8)	6,0±0,66 (8) p < 0,01	43,0
3 суток	6,0±0,36 (8)	3,2±0,39 (8) p < 0,01	47,0	12,0±1,08 (8)	6,6±0,42 (8) p < 0,01	45,0
4 суток	5,6±0,48 (8)	3,3±0,33 (8) p < 0,01	41,0	10,0±1,0 (8)	6,0±0,8 (8) p < 0,01	40,0
5 суток	4,7±0,39 (8)	3,6±0,36 (8) p > 0,05	23,0	7,5±1,2 (8)	4,2±0,8 (8) p < 0,05	44,0
7 суток	5,0±0,78 (8)	3,4±0,8 (8) p > 0,05	32,0	10,2±1,3 (8)	7,5±0,5 (8) p > 0,05	26,5
10 суток	9,6±0,42 (8)	7,5±0,6 (8) p < 0,01	22,0	15,0±1,3 (8)	10,8±0,6 (8) p < 0,01	28,0

* Цифра в скобках означает количество животных в опыте.

Как видно из этих результатов, облучение крыс в смертельной дозе 650 р. приводит в течение первых трех суток к постепенному нарастанию количества перекисей в печени и селезенке. Затем после слабого непродолжительного снижения их количества содержание перекисей вновь растет. Максимальное содержание перекисей в печени составляет $10 \cdot 10^{-7}$ моль/г, в селезенке — $15 \cdot 10^{-7}$ моль/г и обнаруживается у крыс к 11-му дню лучевой болезни, в момент проявления у большинства крыс наиболее тяжелых симптомов лучевой болезни.

Результаты исследований содержания липидных перекисей в тканях облученных крыс с предварительным введением моноэтанолamina приведены в этой же таблице.

Из таблицы видно, что количество перекисей в печени и селезенке облученных крыс под действием моноэтанолamina значительно снижено в течение всего периода исследования по сравнению с их содержанием в тканях облученных животных. Как показывает статистическая обработка данных, достоверные результаты снижения содержания липидных перекисей облученных животных под действием моноэтанолamina наблюдаются на 2—5-е (в селезенке и 6-е сутки) и 11-е сутки лучевой болезни, т. е. в периоды наиболее выраженной разницы в содержании перекисей и наличия меньших индивидуальных колебаний. Так, количество перекисей на 4—5-е сутки после лучевого воздействия под действием моноэтанолamina снижено в печени на 47—41%, в селезенке — на 45—40%, на 11-е сутки в печени — на 22%, в селезенке — на 28%.

Следовательно, введение моноэтанолamina приводит к торможению образования и накопления липидных перекисей в указанных органах после облучения, однако содержание их все же продолжает превышать нормальные величины. Возможно, моноэтаноламин тормозит распад некоторых антиоксидантов, как, например, аскорбиновой кислоты, что установлено исследованиями Г. В. Камалаяна⁽¹⁰⁾, тем самым увеличивает суммарную антиоксидантную способность тканей и, таким образом, уменьшает образование липидных перекисей.

В литературе о влиянии ионизирующего излучения на тканевое дыхание имеются весьма разноречивые данные, и поэтому до настоящего времени механизм действия радиации на тканевое дыхание остается неразрешенным.

В наших опытах установлено (табл. 2), что рентгеновское облучение уже через 30 минут вызывает угнетение тканевого дыхания в печени на 10%, в селезенке — на 15%. В последующие сроки, на 3—6-е сутки лучевой болезни, поглощение кислорода заметно усиливается (особенно это увеличение проявилось на 3-е сутки), а затем к 11-м суткам после лучевого воздействия, на терминальной стадии лучевой болезни, оно понизилось (в печени — на 6%, в селезенке — на 10% по сравнению с нормой).

Увеличение поглощения кислорода на 3—6-е сутки лучевой болезни согласуется с результатами некоторых исследований⁽¹¹⁾, в ко-

торых наблюдается возрастание газообмена на начальных стадиях лучевой болезни при облучении крыс рентгеновскими лучами в дозе 1000 р. Можно предположить, что увеличение носит характер функциональных изменений.

Под действием моноэтаноламина, как показывают данные табл. 2 наблюдается отчетливое статистически достоверное повышение потребления кислорода в печени и селезенке во все определяемые сроки

Таблица 2

Поглощение кислорода (в *мкл*) тканями печени и селезенки подопытных крыс в разные сроки после облучения

Контроль	Печень			Селезенка		
	234,0±4,4 (8)			121,2±2,7 (8)		
Сроки после облучен.	облучение	облучение + моноэтаноламин	% повышения	облучение	облучение + моноэтаноламин	% повышения
30 мин.	213,2±3,6 (8)	246,5±8,7 (8) p < 0,01	15,6	103,5±4,3 (8)	113,8±2,5 (8) p < 0,05	10,0
2 суток	247,6±3,2 (5)	277,6±5,3 (8) p < 0,01	12,0	163,6±3,8 (8)	150,6±1,7 (8) p > 0,01	—
5 суток	241,0±5,1 (8)	274,6±5,6 (8) p < 0,01	14,0	134,0±5,3 (8)	158,6±2,9 (8) p < 0,01	18,3
7 суток	228,0±4,0 (8)	268,0±5,8 (8) p < 0,01	17,5	117,4±4,3 (8)	130,4±3,4 (8) p < 0,05	12,0
10 суток	221,6±4,7 (6)	265,3±7,2 (6) p < 0,01	19,7	109,3±4,7 (6)	136,5±3,3 (6) p < 0,01	24,8

после лучевого воздействия. Если к 11-му дню лучевой болезни у только облученных животных имеется снижение потребления кислорода по сравнению с нормой, то под действием моноэтаноламина в эти же сроки наблюдается заметное его увеличение: в печени — на 19,7%, в селезенке — на 24,8%.

Таким образом, некоторое повышение потребления кислорода тканями печени и селезенки облученных крыс под влиянием моноэтаноламина во все указанные дни лучевой болезни можно рассматривать как благоприятный фактор для живого организма, свидетельствующий о нормализации процессов дыхания клеточных элементов.

В ы в о д ы. 1. Рентгеновское облучение в дозе 650 р вызывает увеличение липидных перекисей и падение тканевого дыхания в тканях печени и селезенки белых крыс.

2 Моноэтаноламин уменьшает содержание липидных перекисей и в печени и в селезенке облученных животных, притом наибольший процент снижения в печени приходится на 4—5-е сутки лучевой болезни, в селезенке — на 4—6-е сутки.

3. Моноэтаноламин повышает потребление кислорода тканями печени и селезенки облученных крыс с первых же часов после облучения вплоть до 11-го дня лучевой болезни.

4. Понижение количества липидных перекисей и увеличение тканевого дыхания в печени и селезенке белых крыс в ходе развития лучевого поражения под влиянием моноэтанолamina в некоторой степени раскрывают механизм защитного действия моноэтанолamina на облученных белых крыс — самцов.

Ереванский зоотехнически-ветеринарный институт

Է. Յա. ԲԱԲԻՆԱ

Մոնոէթանոլամինի ազդեցությունը օբսիդացման սրուցեսների փոփոխության վրա ճառագայթված կենդանիների մոտ

Մեր նպատակն է եղել ուսումնասիրել մոնոէթանոլամինի ազդեցությունը լյարդում և փայծաղում ճարպային պերօքսիդների քանակի և թթվածնի կլանման վրա ունեցնելան ճառագայթման ենթարկված սպիտակ առնետների մոտ:

Հիմնվելով մեր փորձերի արդյունքների վրա, կարելի է հանգել հետևյալ եզրակացությանը՝

1. Ռենտգենյան ճառագայթները 650 ունեցեն դոզայով ավելացնում են ճարպային պերօքսիդների քանակը և իջեցնում են հյուսվածքային շնչառությունը սպիտակ առնետների լյարդում և փայծաղում:

2. Մոնոէթանոլամինը իջեցնում է ճարպային պերօքսիդների քանակը ճառագայթված կենդանիների լյարդում և փայծաղում:

3. Մոնոէթանոլամինը ուժեղացնում է թթվածնի օգտագործումը լյարդի և փայծաղի հյուսվածքներում սկսած ճառագայթման առաջին ժամերից մինչև ճառագայթային հիվանդության 11-րդ օրը:

4. Ծարպային պերօքսիդների պակասեցումը և հյուսվածքային շնչառության ուժեղացումը առնետների լյարդում և փայծաղում որոշ չափով բացահայտում է մոնոէթանոլամինի պաշտպանական ազդեցությունը ճառագայթված առնետների նկատմամբ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Б. Н. Тарусов, Первичные процессы лучевого поражения, Госатомиздат, М., 1962. ² V. G. Horgan, J. S. Philpot, Brit. J. Radiol., 27, 313, 63, 1954. ³ В. Мальц, „Биофизика“, т. 5, № 5, 1960. ⁴ Е. Ф. Романцев, З. И. Жуланова, „Радиобиология“, т. 1, № 1, 1961. ⁵ Е. Б. Куоряшов, В. Мальц и др., „Радиобиология“, т. 1, № 3, 1961. ⁶ Ф. Ю. Рачинский, Н. М. Мозжухин, „Успехи химии“, т. 38, № 12, 1959. ⁷ Г. В. Камляк, ДАН АрмССР, т. 8, № 1 (1948) ⁸ Г. В. Камляк, Э. Я. Бабина, Труды Ер. зооветинститута, вып. 26, с. 363, 1964. ⁹ З. И. Жуланова, И. А. Коровина, Е. Ф. Романцев, Роль перекисей и кислорода в начальных стадиях биологического эффекта, М., Изд. АН СССР, 1960. ¹⁰ Г. В. Камляк, Труды Ер. зооветинститута, вып. 5, 1941. ¹¹ И. И. Иванов, И. С. Балабуха и др., Обмен веществ при лучевой болезни, Медгиз, М., 1956.

Г. А. Казарян и З. О. Чибухчян

Новые данные об абсолютном возрасте некоторых интрузивов плагногранитного комплекса Малого Кавказа

(Представлено академиком АН Армянской ССР С. С. Мкртчяном 3/VII 1965)

Успешное развитие радиологических методов определения возраста горных пород, и в особенности интрузивных, открыло широкие возможности установления подлинной картины закономерностей развития магматических комплексов. В настоящее время наиболее распространен объемный калий-аргоновый метод определения абсолютного возраста, являющийся наиболее эффективным при достаточном количестве калия в породе. Вследствие этого при определении абсолютного возраста таких широко распространенных мало калийсодержащих магматических образований, как плагнограниты, габброиды и др., приходится сталкиваться с определенными затруднениями.

К числу магматических образований с небольшим содержанием калия относятся плагнограниты, которые наряду с породами гранит-гранодиоритового неокомского комплекса имеют значительное развитие в Сомхето-Карабахской зоне. Петрографические и петрологические исследования последних лет (¹⁻⁴ и др.), а также специальные работы, посвященные проблеме плагногранитов (⁵), позволяют выделить самостоятельный плагногранитный интрузивный комплекс, с которым генетически связаны кварцевые плагнопорфиры эффузивной фации. При наличии всех отличительных черт, характеризующих плагногранитный интрузивный комплекс (петрографический, петрохимический, минералого-геохимический), трудноразрешимым является вопрос определения его возраста. Единственным фактом в этом отношении является трансгрессивное налегание батских отложений с гальками плагногранитов на породы Атабек-Славянского интрузива плагногранитов (⁴). Для других массивов комплекса (Тавушский, Хндзорутский, Ахпатский, Дебетский и др.) верхний возрастной предел интрузивов, при сходстве петрографического состава слагающих их пород, остается неопределенным вследствие отсутствия фаунистически охарактеризованных перекрывающих отложений.

В настоящей статье приводятся результаты определений абсолютного возраста по некоторым интрузивам плагногранитов методом срав-

нительной дисперсии двупреломления (6), с целью выяснения времени формирования плагиогранитного комплекса Сомхето-Карабахской зоны.

Основным объектом исследований явились Тавушский и Хидзорутский (Шамшадинская группа) интрузивы, для сравнения с которыми приводятся также определения по Атабек-Славянскому массиву. Некоторые образцы любезно предоставили Г. П. Багдасарян и Э. Г. Малхасян.

В геологическом строении описываемой области принимают участие: метаморфические сланцы, относимые одними к верхнему палеозою, а другими — к нижней юре, обнажающиеся в верховьях р. Ахум; выше следует толща вулканогенных пород различного состава нижнебайосского возраста; верхнебайосские отложения с прослоями туфов и характерной фауной в основании (в пределах Азербайджанской ССР) представлены породами кварц-плагиопорфирового состава; последние трансгрессивно перекрываются отложениями нижнего мела (Бердская толща), а за его пределами (Кедабекский р-н Азербайджанской ССР)—батскими, в основании которых местами отмечаются конгломераты с гальками кварцевых плагиопорфиров (4).

Породы главной интрузивной фации собственно интрузивной фазы представлены плагиогранитами, которые местами на небольших участках постепенно переходят в гранодиориты. Породы фации эндоконтактов претерпевают двойное изменение: в одном случае при том же составе они приобретают резко порфировидный облик, а в другом — в силу интенсивно проявленных процессов гибридизма они переходят в кварцевые диориты, диориты и габбро-диориты. Породы фазы дополнительных интрузий представлены плагиогранит-порфирами и гранит-порфирами. Жильно-магматические породы развиты весьма слабо и представлены аплитами (дайки I этапа), а также диоритовыми порфиритами, габбро-диабазами (дайки II этапа).

Возраст Шамшадинской группы интрузивов (плагиогранитов) А. Т. Асланяном (7) определяется как дотуронский. Таким образом, несмотря на сходство состава пород интрузивов Шамшадинской группы и Атабек-Славянского массива, геологических данных, однозначно решающих их одновозрастность, не имеется.

Имеющиеся в литературе (1, 4, 8, 9) данные радиологических определений абсолютного возраста по ряду интрузивов плагиогранитного комплекса Сомхето-Карабахской зоны, с одной стороны, не соответствуют геологическим данным, а с другой—дают значительные расхождения в цифрах.

Так, датируя возраст Атабек-Славянского интрузива в узком диапазоне, на основании прорыва байосских кварцевых плагиопорфиров и перекрывания батскими отложениями, и отождествляя их с плагиогранитами других интрузивов зоны, Г. И. Керимов и Р. Н. Абдуллаев (9) в то же время приводят цифры абсолютного возраста порядка 140—145 млн. лет, которые не согласуются с геохронологической шкалой 1964 года.

При сопоставлении данных абсолютного возраста, приведенных по магматическим образованиям Кавказа (8), четко наблюдается близость

геологических и радиологических возрастов пород с сравнительно высоким содержанием калия — к примеру породы из Атабек-Славянского интрузива, содержащие калий от 2,69 до 3,61% (вряд ли это плагиограниты). С другой же стороны, по породам того же комплекса с малым содержанием калия, являющимся настоящими плагиогранитами, имеем резко заниженные по сравнению с их геологическим положением данные. Здесь надо подчеркнуть то обстоятельство, что при почти полном отсутствии или незначительном содержании калиевого полевого шпата к тому же сильно измененного и подвергнутого процессам альбитизации и пертитизации, потеря части радиогенного аргона начинает играть весьма значительную роль, а это в свою очередь при общей тенденции занижения возраста в зависимости от степени измененности приводит к сильному колебанию цифр возраста.

Таблица 1

№ обр.	Наименование породы и место взятия	K_8	Оптический возраст в млн. лет
<i>Тавушский интрузив</i>			
1/1	Порфирированный плагиогранит, р-н г. Гей-сар	192,8	159
83а	Порфирированный плагиогранит, центр. часть	191,5	153—154
83з	" " "	192,4	157—158
Б—4418	Плагиогранит	191,75	154—155
83	Порфирированный гранодиорит, центр. часть	191,4	153—154
89/52	Кварцевый диорит (эндоконтактовый)	190,8	150—151
<i>Хндзорутский интрузив</i>			
30/15	Порфирированный плагиогранит	191,5	153—154
17/8	Гранофирированный плагиогранит	191,6	154
Б—4428	Плагиогранит	191,5	153—154
28/13	Кварцевый диорит (эндоконтактовый)	191,5	153—154
Б--4426	Кварцевый диорит (эндоконтактовый)	190,6	149—150
<i>Фаза дополнительных интрузий</i>			
10а	Гранит-порфир р-на г. Гей-сар	189,5	145
Б—4439	Гранит-порфир р-на г. Гей-сар	190,4	149
3386	Жильный гранит	189,5	145
<i>Атабек-Славянский интрузив</i>			
М—14 ₁	Плагиогранит-порфир	192,3	157
М—14 ₂	Плагиогранит-порфир	191,4	153
<i>Вмещающие породы</i>			
1631	Плагиоклазовый порфирит, р-н г. Гей-сар	195,0	169
69	Кварцевый плагиопорфир	194,2	165—166
67	Кварцевый плагиопорфир	193,0	160—161

В табл. 1 приведены данные абсолютного возраста, определенные оптическим методом по плагиоклазам (6). Замеры плагиоклазов кварцевых плагиопорфиров на дисперсию двупреломления производились на

крупных порфировых вкрапленниках и преимущественно в центральных частях и, так же как и в случае интрузивных пород, по тем его участкам, которые оказались чистыми, без следов пелитизации и других вторичных изменений.

Возраст вмещающих интрузивы Шамшадинской группы плагиоклазовых порфиритов и вышележащих кварцевых плагиопорфиров как по геологическим данным (1^{-1}), так и по нашим определениям (169 и $163 \pm 2,5$ млн. лет) соответствует байосскому времени.

Абсолютный возраст пород собственно интрузивной фазы Тавушского и Хндзорутского массивов варьирует в пределах от $149,5$ до 159 млн. лет. Среднее по 11 определениям составляет 154 ± 5 млн. лет; но статистическая обработка цифрового материала показывает, что более 63% всех данных падает на очень узкий интервал— $153—155$ млн. лет. Время формирования жильно-магматических пород (I этапа) и фазы дополнительных интрузий соответствуют $146,5 \pm 2$ млн. лет.

По Атабек-Славянскому массиву, геологический возраст которого датируется как верхнебайосс-предбатский, получены цифры оптического определения абсолютного возраста, равные 155 ± 2 млн. лет.

Таким образом, сопоставление полученных данных позволяет прийти к следующим выводам.

1. Применение оптического метода определения абсолютного возраста является наиболее целесообразным для пород с небольшим содержанием калия.

2. Подтверждается верхнебайосс-предбатский возраст Тавушского и Хндзорутского интрузивов.

3. Зарождение единого магматического очага кварцевых плагиопорфиров и плагиогранитов, имеющих генетическую общность, имело место в байосское время (163 млн. лет), а продолжительность формирования плагиогранитного интрузивного комплекса составляет $7—8$ млн. лет.

Институт геологических наук
Академии наук Армянской ССР

Հ. Ա. ՂԱԶԱՐՅԱՆ ԵՎ Զ. Է. ԶԻՐՈՒԵՉՅԱՆ

Նոր սվյալներ Փոքր Կովկասի սլավոնոգրանիթային կոմպլեքսի մի բանի ինտուզիվների բացարձակ հասակի վերաբերյալ

Հրային ապարների բացարձակ հասակի որոշման ուղիորդական մեթոդների հաջող զարգացումը լայն հնարավորություններ է ստեղծել մազմատիկական կոմպլեքսների զարգացման օրինաչափությունների իսկական պատկերը ի հայտ բերելու համար:

Ներկայումս բացարձակ հասակի որոշման լայն տարածում ունեցող ծավալային կալիում-արդոնային մեթոդն ավելի էֆեկտավոր է հանդիսանում կալիումով հարուստ ապարների համար: Այդ բանի հետևանքով, կալիումով ազրատ, բայց լայն տարածում ունեցող ապարների, ինչպիսին են սլավոնոգրանիտները, զարրոները և այլն, բացարձակ հասակը որոշելիս հանդես են գալիս որոշակի դժվարություններ: Կալիումի փոքր քանակություն ունեցող զոյացումների թվին են պատկանում Սոմխեթ-Ղարաբաղի գոնայում, նեոկոմի զրանիտ-զրանոգիորիտային կոմպլեքսի հետ մեկտեղ լայն տարածում ունեցող սլավոնոգրանիտները:

Առայն հողվածը նվիրված է պլազիոգրանիտային մի քանի ինտրուզիաների (Շամշադինի խումբ) բացարձակ հասակի որոշման՝ երկրեկման դիսպերսիայի համեմատական մեթոդի միջոցով: Աղյուսակում բերված բացարձակ հասակի սվյալները որոշված են օպտիկական մեթոդով ըստ պլազիոկրատի:

Թափուշի և Ննձորուտի ինտրուզիաների բացարձակ հասակը 11 որոշման հիման վրա կազմում է 154 ± 5 միլիոն տարի, իսկ ստատիստիկական մշակումը 154 ± 5 է տարիս, որ սվյալների ամբի քան 63% ընկնում է շատ նեղ ինտերվալի՝ 153 — 155 միլիոն տարվա Այդ սվյալները շատ լավ համընկնում են Աթարեկ-Սյալյանսկի զանդվածի բացարձակ հասակին, որի երկրաբանական հասակը որոշված է որպես հետրադաս և մինչքաթ (8):

Այսպիսով կատարված առումնասիրությունները վկայում են հողուտ կալիում փոքր քանակություներ պարունակող ապարների բացարձակ հասակի որոշման օպտիկական մեթոդների կիրառման:

Քվարցային պլազիոպորֆիրների և պլազիոգրանիտների հասակների համադրություներ, որոնք ունեն դենետիկական ընդհանրություն, թույլատրում են ենթադրել, որ ընդհանուր մագմատիկ օջախի սաղմնավորումը կատարվել է բայտսի ժամանակ (163 միլիոն տարի), իսկ պլազիոգրանիտային ինտրուզիվ կոմպլեքսի ձևավորման ժամանակամիջոցը տեղի է 7—8 միլիոն տարի:

ЛИТЕРАТУРА — ՔՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Р. Н. Абдуллаев, Мезозойский вулканизм северо-восточной части Малого Кавказа, Изд. АН АзССР. Баку, 1963. ² С. И. Баласанян, Интрузивный магматизм Сомхето-Кафанской зоны (Малый Кавказ), Изд. Ереванского гос. ун-та, Ереван, 1963. ³ Г. А. Казарян, С. И. Баласанян, З. О. Чибухчян, Шамшадинская группа интрузивов, Геология Армении, т. 3, Петрография, Изд. АН АрмССР, 1966. ⁴ Г. И. Керимов, К возрасту Атабек-Славянской и Кедабекской интрузий, Изв. АН Аз. ССР, № 7, 1955. ⁵ Г. А. Казарян, К вопросу происхождения плагиогранитов. В сб. «К вопросам минералогии и петрографии Армянской ССР, Изд. АН АрмССР», 1966. ⁶ З. О. Чибухчян, Об определении абсолютного возраста плагиоклазов методом сравнительной дисперсии двупреломления, ДАН АрмССР, т. 37, № 4 (1963). ⁷ А. Т. Асланян, Региональная геология Армении, Айпетрат, Ереван, 1958. ⁸ Г. Д. Афанасьев и др. Итоги геохронологических исследований магматических горных пород Кавказа, Определение абсолютного возраста дочетвертичных геологических формаций, Докл. сов. геологов на XXI сессии Межд. геолог. конгресса, М., 1960. ⁹ Г. И. Керимов, Р. Н. Абдуллаев, Мезозойский гранитоидный интрузивный комплекс Малого Кавказа и его металлогенические особенности (Азербайджан). Петрографические формации и проблемы петрогенезиса, Докл. сов. геологов на XXII сессии Межд. геолог. конгресса 1964 г., М., 1964.

ТЕКТОНИКА

С. А. Пирузян

О причинах так называемых общих сотрясений
или одновременных землетрясений

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР А. А. Габриеляном 27/IV 1965)

В монографии Л. А. Варданянца (¹), являющейся первой сводной капитальной работой по сейсмотектонике Кавказа, описан особый вид сейсмопроявлений, когда землетрясение представляет не одно простое сотрясение, а систему почти одновременных сотрясений, в которой наряду с главным для данного момента очагом выступают достаточно резко и второстепенные очаги. Этот вид сейсмопроявлений Л. А. Варданянц называет «общим сотрясением» или «концертом» землетрясений.

По данным Л. А. Варданянца*, такого рода сотрясения охватывают огромные площади и проявляются почти везде с одинаковой интенсивностью, достигающей 5—6 баллов и реже — 7 баллов. Для этих землетрясений не представляется возможным наметить общий эпицентр, поскольку сразу проявляется много очагов, вызывающих сотрясения почти одинаковой интенсивности. Этим же явлением объясняет автор такую чрезвычайно аномальную картину затухания сейсмической энергии, когда за пределами, например 5-балльной изосейсты главного очага, вновь появляются пункты с интенсивностью сотрясения до 7 баллов. Л. В. Варданянц в цитируемой работе не ставит задачи объяснить причину этого явления, по-видимому, из-за отсутствия в то время данных нужной достоверности, в частности относительно геолого-тектонического строения района.

Е. И. Бюс (²) ставит под сомнение само явление одновременных землетрясений. Он указывает, что о них с уверенностью можно говорить тогда, когда разновременность толчков и различие в положении их очагов подтверждается инструментальными наблюдениями над землетрясениями. Это требование, конечно, справедливо, но оно отнюдь не может служить достаточным основанием для исключения возможности явлений общих сотрясений, происшедших в историческом прошлом. Е. И. Бюс

* По его данным, имеется несколько десятков подобных примеров по сейсмо-статистическим материалам, охватывающим время 1830—1934 гг.

считает, что при макросейсмических наблюдениях в Закавказье, по меньшей мере до первого десятилетия текущего века, небольшая разница во времени сотрясений в разных пунктах—даже при одинаковой силе проявления землетрясения—может быть результатом ошибочной оценки времени землетрясения наблюдателями, и что в этих случаях имеет место единичное землетрясение, наблюдаемое в разных пунктах потрясенной области. Такое возражение, однако, на наш взгляд, не объясняет описанные выше два вида проявления общих сотрясений (резко аномальное поле затухания сейсмической энергии и одинаковая интенсивность сотрясения на больших площадях).

В работах зарубежных исследователей также признается (3), что одновременно с главным сотрясением происходят производные, приуроченные к самостоятельным очагам, которые в данном случае являются второстепенными.

При изучении сеймотектонических особенностей Большого Ереванского района, предпринятого с целью уточнения исходной сейсмической балльности района и составления карты детального сейсморайонирования (1, 4, 6), мы тоже сталкивались с аналогичным явлением одновременных сотрясений значительной интенсивности при некоторых землетрясениях, зафиксированных в географических пунктах, расположенных на значительном удалении друг от друга. Было выявлено также, что пункты наблюдений при этом в большинстве случаев располагаются линейно и, как впоследствии выяснилось, вдоль зон дизъюнктивных нарушений, омоложенных контрастными новейшими и современными тектоническими движениями (4).

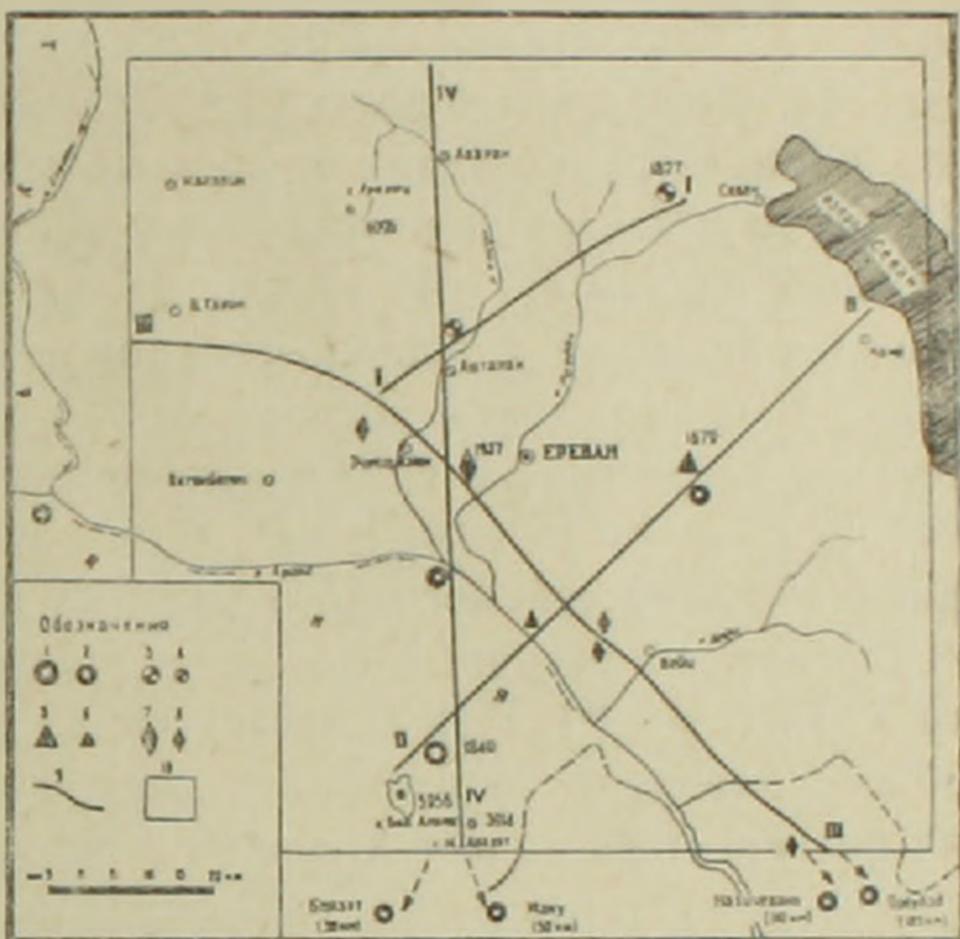
Приведем несколько примеров. Согласно историческим данным, уточненным нами, при Цахкадзорском (Дарачичагском) землетрясении 1827 года разрушилось две церкви монастырского ансамбля Кечарис (из четырех) в селе Цахкадзор, а также церковь св. Саркиса монастырского ансамбля Уши, расположенного в 42 км к ЮЗ от с. Цахкадзор. Эта церковь была расшатана (5) и интенсивность сотрясения здесь оценивается на более 5—6 баллами. В эпицентре же, у села Цахкадзор, интенсивность сотрясения была в пределах 6—7 баллов (6). Спадание интенсивности на одну ступень (балл) на расстоянии 40 км не согласовывается с имеющимися данными о затухании сейсмических волн для Кавказа. Например, по данным Л. А. Варданянца, для большинства землетрясений Кавказа балльность падает от 8 до 7 на расстоянии 10—15 км и от 7 до 6 на расстоянии не свыше 20—22 км. Таким образом, 5—6-балльное сотрясение у ансамбля Уши на таком большом расстоянии нельзя объяснить обычным спаданием энергии сейсмических волн из-за расхождения. В пользу этого говорит и то обстоятельство, что при данном землетрясении не было значительных повреждений в сельских домах населенных пунктов в радиусе 10—20 км. Это равносильно тому, что уже на таком расстоянии от эпицентра интенсивность сейсмических толчков понизилась до 5 и менее баллов.

Сейсмотектонический анализ показывает, что очаг этого землетрясения связан с зоной разлома антикавказского направления, установленной данными геологии и геофизики в последние годы. Она тянется приблизительно по линии г. Раздан—гора Араилер—село Аштарак и далее сочленяется с Ереванским глубинным разломом. На линии этого же разлома расположены ансамбли Кечарис и Уши. На фиг. 1 этот разлом отмечен знаком 1—1*.

Следует указать, что основанием обоих монастырей служит скальный массив большой мощности.

Имеются данные об одновременных значительных сотрясениях при землетрясениях вдоль зоны Севан-Араратского разлома опять-таки северо-восточного направления (4). Так, например, при Ереванском (Гарнийском) землетрясении 1679 г., согласно достоверным историческим данным, наряду с некоторыми древними сооружениями, находящимися в эпицентральной области (район села Гарни), разрушился также монастырь Хор-Вираб, расположенный в 40 км к ЮЗ от эпицентра, в зоне указанного разлома (II—II на фиг. 1). И это в случае, когда ряд древних сооружений, расположенных ближе к эпицентру, но в иных направлениях, не претерпевали деформаций разрушения (несколько древних сооружений в Ереване, церкви в Норагавите, в Арзни и др.).

Интересные результаты в этом отношении были получены при изучении последствий Араратского землетрясения 1840 г. Как мы уже указывали, эпицентр этого землетрясения располагается в пределах крупного дизъюнктивного узла и ЮЮЗ от г. Еревана, образованного пересече-



Фиг. 1. 1 — эпицентр Араратского землетрясения 1840 г. (8-балльное); 2 — пункты 6—7-балльных одновременных сотрясений при этом землетрясении; 3 — эпицентр Цахкадзорского землетрясения 1827 года, 16 — 7-балльное; 4 — пункт одновременного 5 — 6-балльного сотрясения при этом землетрясении; 5 — эпицентр Ереванского землетрясения 1679 года (8-балльное); 6 — пункт одновременного 7 — 8-балльного сотрясения при этом землетрясении; 7 — эпицентр Ереванского землетрясения 1937 года (7-балльное); 8 — пункты одновременного 6 — 7-балльного сотрясения при этом землетрясении. 9 — Разрывные нарушения: I—I Раздан-Аштаракский разлом, II—II Севан-Араратский разлом, III—III Ереванский глубинный разлом, IV—IV Спитяк-Араратский разлом. 10 — границы Большого Ереванского района.

* На фиг. 1 иллюстрированы некоторые примеры одновременных сотрясений вдоль зон нескольких разломов. Объяснения приводятся в надписи к фигуре.

чением четырех главных (или глубинных) разломов различных направлений (4). При Араратском землетрясении, помимо больших разрушений в районе эпицентра (северный склон г. Арарат, где сотрясение проявилось интенсивностью не менее 8 баллов), существенные разрушения, отвечающие интенсивности 6—7 баллов, были зафиксированы на значительном удалении в населенных пунктах Кульпа, Нахичевань, Ордубад, Камарлю, Джульфа и другие (7), расположенных, как теперь выяснилось, в пределах зоны Ереванского глубинного разлома (III—III на фиг. 1). Между тем в других населенных пунктах, расположенных ближе к эпицентру, но вдали от зоны разлома, таких разрушений не было. При этом землетрясении «сработал» также Спитак-Араратский меридиональный разлом (IV—IV на фиг. 1), на южном конце зоны которого находился эпицентр. Свидетельство тому—большие разрушения в городах Маку и Баязед, находящихся в 40—45 км к югу от эпицентра, и значительное сотрясение в г. Тбилиси, расположенном на расстоянии около 240 км к северу от эпицентра*. В пользу существования указанного меридионального сейсмогенного разлома и его «срабатывания» при этом землетрясении говорит и следующий интересный факт, описанный в книге К. Риттера (8). При землетрясении в середине ущелья р. Аракс, в 30 км к северу от эпицентра, на дне реки образовался провал, вода стала низвергаться со значительной высоты; на соседних участках, наоборот, ложе реки поднялось, вода спадала; и река, выходя из берегов стала меандрировать. На обоих берегах р. Аракс в этом же районе (в Шаруйском и Сурмалинском округах) в земле образовалось множество трещин, из которых местами выбрасывались фонтаны воды и разжиженного песка (7-8).

Интересную информацию по обсуждаемому вопросу представляют данные Ереванского (Паракарского) землетрясения 1937 года. Интенсивность этого землетрясения в эпицентре (у села Паракар) была оценена в 7 баллов (2). Сотрясения же интенсивностью от 6 до 7 и в 6 баллов были зафиксированы не только в эпицентральной области (на расстоянии 10—12 км), но и в населенных пунктах, расположенных очень далеко от эпицентра—вдоль зоны Ереванского глубинного разлома, установленного А. Т. Асланяном (10). Так, например (фиг. 1), сейсмические толчки указанной интенсивности наблюдались в селах Агджакала (16 км к З от эпицентра), Енгиджа, Калара (в 40 км к ЮВ от эпицентра), в Демурчи (90 км к ЮВ от эпицентра).

М. Г. Агабеков и Ф. С. Ахмедбейли (10) на основе анализа данных одновременных землетрясений в двух, трех и большем числе пунктов выделяют в пределах Закавказья 5 региональных сейсмических зон, расположенных почти меридионально.

В числе примеров общих сотрясений, приведенных в цитированной работе Л. А. Варданянца, имеются такие, когда далеко удаленные пунк-

* В городах Сардарабад (Октемберян), Горис и др., расположенных значительно ближе к эпицентру, но в других направлениях, это землетрясение не было отмечено.

ты одновременных сотрясений были расположены линейно (вне пределов изучаемого нами района). Такими являются «концерты землетрясений»: 10 февраля 1914 г., когда ощущались 4-балльные сотрясения в Кисловодске, Пятигорске, Грозном, Булакске и Махачкале (широтное расположение пунктов сотрясений) и 7 июня 1911 года, когда около 24 часов ощущались сотрясения интенсивностью до 7 баллов в Дербенте, Шемахе, Баку, Ленкорани и одновременно в Красноводске (меридиональное расположение пунктов одинаковых сотрясений). Возможно, и по линиям указанных пунктов наблюдений имеются зоны сейсмогенных разрывных нарушений. В пользу существования поперечной меридиональной зоны дизъюнктивных нарушений (сейсмические зоны) вдоль западного побережья Каспийского моря свидетельствует работа (10).

Таким образом, анализ фактических данных приводит к следующему объяснению причин общих, почти одновременных сотрясений. Сильный или главный сейсмический толчок в какой-либо точке сейсмогенного разлома вызывает, дополнительно, новые подвижки в других точках разлома (второстепенные очаги) и, следовательно, порождает сотрясения поверхности земли над этими толчками в большинстве случаев менее интенсивные, чем при главном толчке. В других случаях общих сотрясений, когда пункты одновременных и одинаковых сотрясений располагаются в разных направлениях, по-видимому, срабатывается некоторая система сейсмогенных разломов, взаимно связанных между собой и составляющих характерные дизъюнктивные узлы (4).

Такое объяснение причин общих сотрясений находится в хорошем согласии с теоретическими взглядами Г. А. Гамбурцева (12), согласно которым, после сильного землетрясения, происшедшего в одном месте сейсмического шва (глубинные ослабленные зоны сочленения блоков земной коры), более вероятно возникновение сильного землетрясения в другом месте шва или в соседнем шве, т. е. вероятен процесс «миграции» очагов сильных землетрясений по системе сейсмических швов.

Институт геофизики и инженерной
сейсмологии Академии наук
Армянской ССР

Ս. Ա. ՓԻՐՈՒՉՅԱՆ

Գլխավոր կոչված ընդհանուր ցնցումների կամ միաժամանակ «եղի ունեցող երկրաշարժային պատճառների մասին

Աշխատանքում փորձ է արված պարզել սեյսմիկ երևույթների այն տեսակի պատճառը, երբ տեղի ունի ոչ թե եղակի պարզ ցնցում, այլ միատեսակի ուժի ցնցումների մի ամբողջ «համերգ» իրարից թավական հեռու գտնվող վայրերում, ըստ որում ցնցումները տեղի են ունենում համարյա միաժամանակ:

Լ. Ա. Վարդանյանցը, որն առաջին անգամ է նկարագրել այս երևույթը Կովկասի սեյսմոտեկտոնիկային նվիրված իր կապիտալ աշխատության մեջ (1), նման երևույթը անվանում է «համընդհանուր ցնցումներ» կամ երկրաշարժային «համերգներ»: Արտասահմանյան և հայրենական հետազոտողների մի շարք աշխատանքներ հաստատում են այսպիսի երևույթների առկայությունը, մասնավորապես Արևմտյան Եվրոպայում և Ան-

զրրկովկասում (3, 10), Ե. Ի. Քյուսը (2) կասկածանք է հայտնում այս երևույթների բնույթի մասին:

Մեծ երևանյան շրջանի սեյսմոտեկտոնիկ առանձնահատկությունները ուսումնասիրելիս (4, 6) մենք ևս հանդիպել ենք փաստերի, երբ երկրաշարժի զլխավոր ցնցման հետ միաժամանակ արձանագրվել են զգալի ուժի ցնցումներ էպիկենտրոնային մարզից մեկ հեռավորության վրա՝ զանվող վայրերում: Հստ որում, ինչպես հետազայում պարզվեց, այդ վայրերը դեպքերի գերակշռող մեծամասնությամբ դասավորվում են որոշակի ուղղություներով, որոնք համընկնում են ժամանակակից տեկտոնիկ շարժումներով և րիտառարգությունով՝ երկրի կեղևի խզումնային գոնաների հետ: Համոզեցուցիչ օրինակներ են տալիս տեսակետից 1827 թ. Մադկաձորի (6—7 բայանոց), 1679 թ. Երևանյան (8 բայանոց), 1840 թ. Արարատյան (8 բայանոց), 1937 թ. Երևանյան (Փարաքարի, 7 բայանոց) և այլ երկրաշարժերի առաջացրած հետևանքների մանրամասն ուսումնասիրությունները: Այդ օրինակները պատկերված են № 1 նկարի վրա:

Փաստական նյութի սեյսմոտեկտոնիկ անալիզը հնարավորություն է տալիս մեկ հետևյալ կերպ բացատրելու վերը նշված երևույթը՝ Սեյսմոակտիվ խզումնային գոնաների կետում առաջացած զլխավոր կամ ուժեղ սեյսմիկ հարվածը առաջացնում է նոր լրացուցիչ տեղաշարժեր խզվածքի այլ կետերում և, հետևարար, ծնում է երկրի մակերևույթի ածանցյալ տատանումներ այն տիրույթում, որոնք գտնվում են այդ կետերի (ածանցյալ օջախների) հորիզոնական պրոեկցիոյի շուրջը: Համընդհանուր տատանումների ուրիշ զեղքերում, երբ միաժամանակ առաջացած ցնցումների վայրերը գտնվում են տարբեր ուղղությունների վրա՝ զլխավոր սջախի էպիկենտրոնի նկատմամբ, ըստ երևույթին, դործի է զրվում սեյսմոգեն խզումների որոշակի սխտեմ, որոնք կապված են մեկը մյուսի հետ հատվելով միմյանց հետ կազմում են ընտրող դիգունկտիվ հանգույցներ (6): Ուսումնասիրվող երևույթի այսպիսի պատճառաբանումը բավարար կերպով համընկնում է կարկառուն սեյսմոլոգ Ա. Գ. Փամբուրցևի տեսական դրույթների հետ (11):

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

1 Л. А. Варданянц, Сейсмоструктурология Кавказа, Труды Сейсмологического института АН СССР, № 64, М.-Л., 1935. 2 Е. И. Бюс, Сейсмические условия Закавказья, часть I, Изд. АН ГССР, Тбилиси, 1948. 3 А. Sieberg, Geologie Erdbeben. Handbuch der Geophysik, h. v. В. Gutenberg, Bd. IV, Berlin, 1930. 4 С. А. Пурюзян, Новые данные по сейсмоструктурологии Большого Ереванского района. ДАН Арм. ССР, № 5, 1966. 5 Հովհաննես Եպիսկոպոս Շահխաթունյանց, Տեղագրություն էջմիածնի դավառի և հիմն դավառոց Արարատայ: Հատոր II, էջմիածին, 1842. 6 С. А. Пурюзян, Опыт уточнения исходной сейсмической балльности для целей микрорайонирования, Бюллетень по инженерной сейсмологии № 3—4. Изд. Комиссии по инженерной сейсмологии АН СССР, ИССС АН ТаджССР и ИГИС АН АрмССР, Душанбе, 1966. 7 Х. Ф. Линч, Армения, Путевые очерки и этюды. Т. I. Перевод с английского, Тифлис, 1910. 8 С. Ritter, Die Erdkunde. Band VII, Teil X. Die Erdkunde von Asien, Berlin, 1843. 9 А. Т. Асланян, Глубинный разлом у г. Еревана, Сборник аннотаций докладов VI научно-техн. конференции проф. преподав. состава ВТУЗ-ов Закавказья. Изд. Ерев. унив-та, Ереван, 1955. 10 М. Г. Агабеков и Ф. С. Ахмедбейли, Геологическая интерпретация сейсмичности Закавказья, Тезисы докладов на совещании по сейсмическому районированию Кавказа, Баку, 1957. 11 Г. А. Гамбургцев, Состояние и перспективы работ в области прогноза землетрясений, Бюлл. Совета по сейсмологии, № 1, М., 1955.

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

А. Г. Гаспарян

Суточная динамика углеводов в листьях некоторых альпийских растений, произрастающих в различных условиях

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

Увеличение содержания сахаров (особенно в осеннее время) в листьях растений в зависимости от высоты места произрастания (в Швейцарских Альпах) впервые установлено Овертоном (1). Позднее, исследуя особенности ассимиляции альпийских растений, аналогичные результаты получили и другие авторы (2-3).

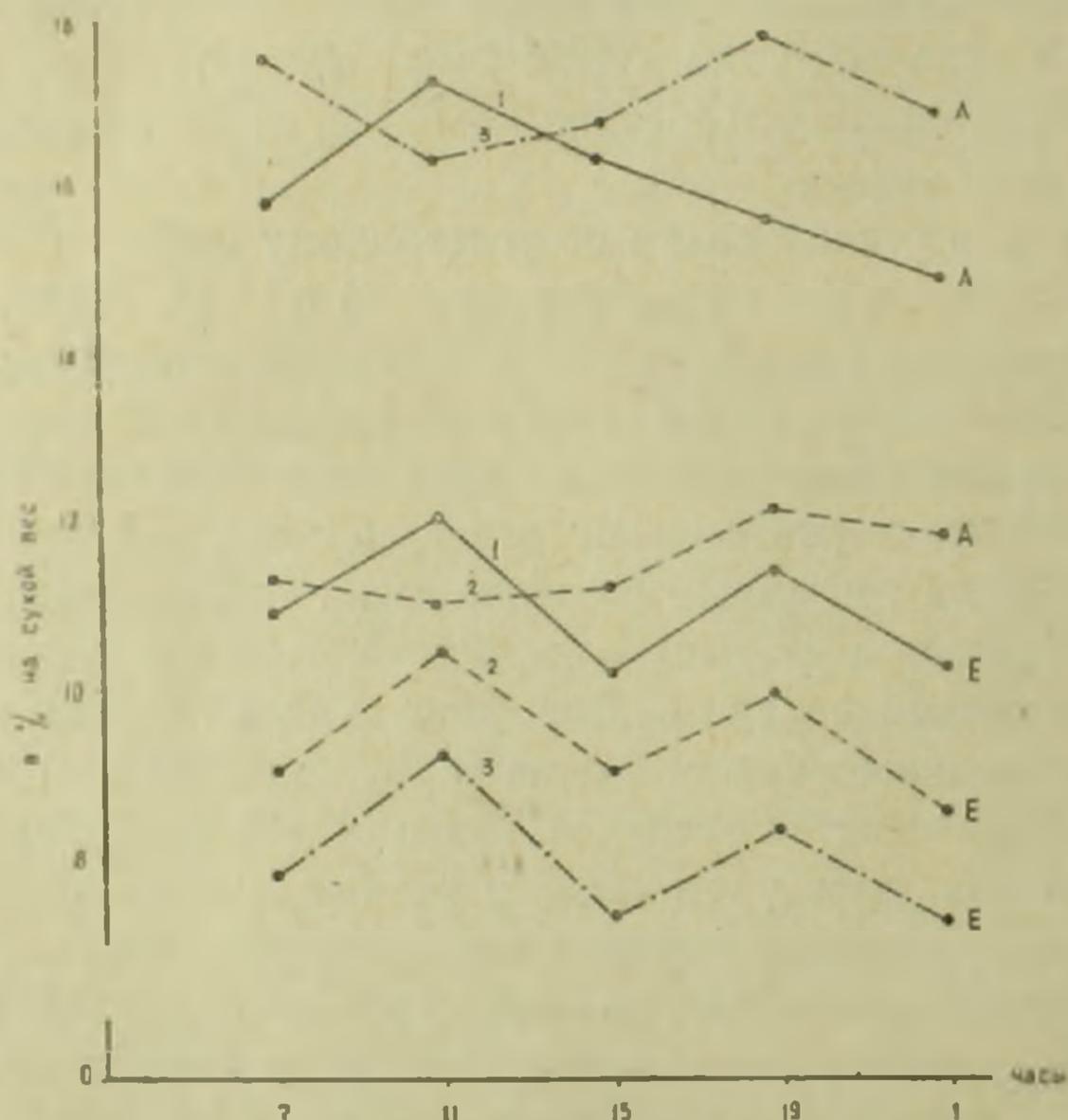
Обстоятельные исследования по углеводному обмену высокогорных растений, проведенные С. О. Гребинским (4) и Р. М. Рейнус (6), показали, что характерной особенностью их углеводного обмена является повышенное накопление сахаров, особенно сахарозы, и уменьшение нерастворимых углеводов, в частности крахмала. Ими же показано, что среди комплекса факторов высокогорного климата для повышения содержания углеводов решающее значение имеет температура: при ее понижении увеличивается у памирских растений количество растворимых углеводов, в частности сахарозы. Важнейшую роль температуры для накопления сахаров подчеркивает также О. В. Заленский (7).

Нами сделана попытка исследовать изменение различных форм углеводов у растений, произрастающих в разных физико-географических зонах (в Ереванском ботаническом саду, высота н. ур. м. 1200 м и на г. Арагац, высота н. ур. м. 3250 м) в их суточной динамике. Объектами исследований служили травянистые растения, многолетники, произрастающие на г. Арагац и перевезенные в условия Ереванского ботанического сада.

Пробы на анализ брались в ясные дни, в разных фазах развития растений (начало вегетации, разгар цветения, плодоношения) в 7 ч., 11 ч., 15 ч., 19 час. и 1 час ночи. Анализ углеводов проводился по схеме Кизеля, микрометодом Хагедорн-Йенсена (8). В водной вытяжке определялись три фракции: I—до гидролиза (редуцирующие сахара); II—пятиминутный гидролиз при 67—70° с 20% HCl (сахароза); III—трехчасовой гидролиз с 2% HCl (сахара типа мальтозы). Остаток материала использовался для определения содержания крахмала и гемицеллюлоз. Результаты анализов выражены в процентах на сухой вес.

При сопоставлении суточной динамики углеводов в листьях одних и тех же растений, произрастающих в различных физико-географических условиях, а также и в разные сроки периода вегетации, наблюдаются определенные различия. Во-первых, из различных форм углеводов в течение суток наибольшим колебаниям подвергаются сахара, в основном монозы и сахароза. Содержание же полимерных форм углеводов (крахмала и гемицеллюлоз) на протяжении суток изменяется гораздо меньше

У растений, произрастающих на высоте 3250 м, в фазе вегетации максимум накопления углеводов наблюдается в предполуденные часы и выражается одновершинной кривой (фиг. 1). Это можно объяснить, по-видимому, усиленным их синтезом до 12 час., после чего начинается их отток во вновь образующиеся вегетативные органы и корни. При этом наибольшим колебаниям в течение суток подвергаются моносахариды и сахароза. Как показывают кривые (фиг. 2), у *Oxyria elatior* колебания моносахаридов в фазе вегетации осуществляются в пределах от

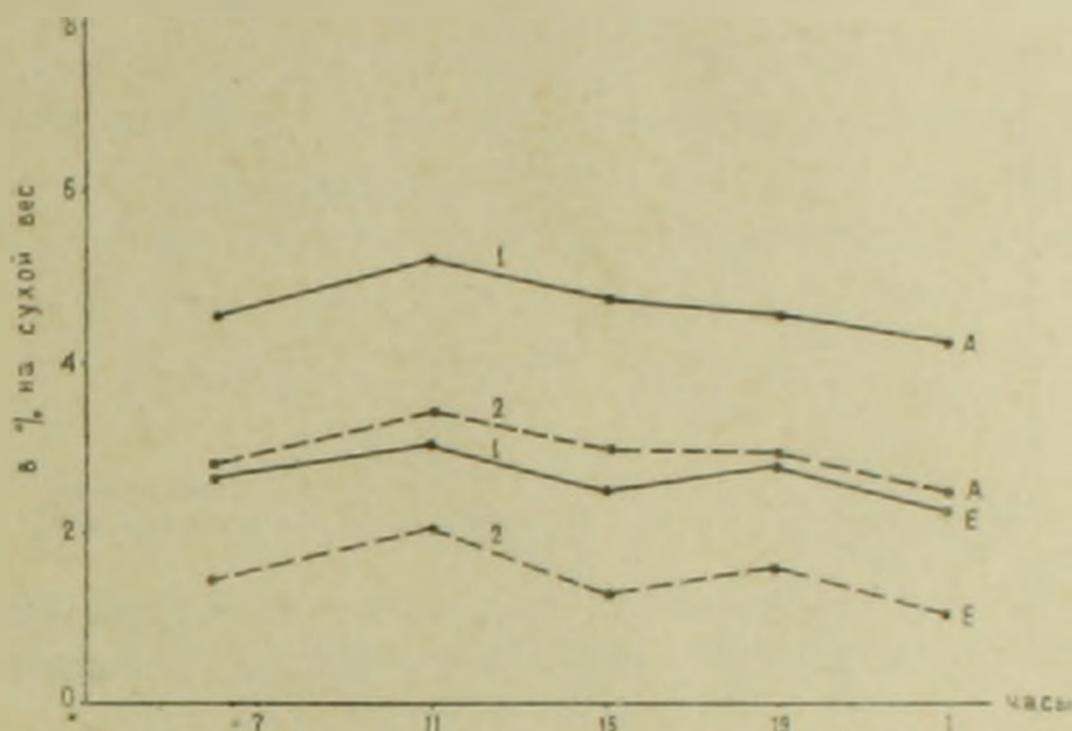


Фиг. 1. Суточные изменения содержания углеводов в листьях *Oxyria elatior* в условиях Еревана (Е) и Арагаца (А).
1 — фаза вегетации; 2 — фаза цветения; 3 — фаза плодоношения.

4,2—5% с минимумом в ночные часы. Аналогичные данные получены и у других исследуемых объектов, причем минимум накопления моносахаридов в листьях у всех видов приходится на час ночи. В течение суток определенным изменениям подвержена и сахароза, максимум накопления которой опять-таки наблюдается в предполуденные, а минимум ее — в ночные часы (1 час.).

Колебания общей суммы углеводов в листьях растений в течение суток связаны, в основном, с изменениями этих двух форм сахаров и выражаются также одновершинной кривой, с максимумом в предполуденные часы.

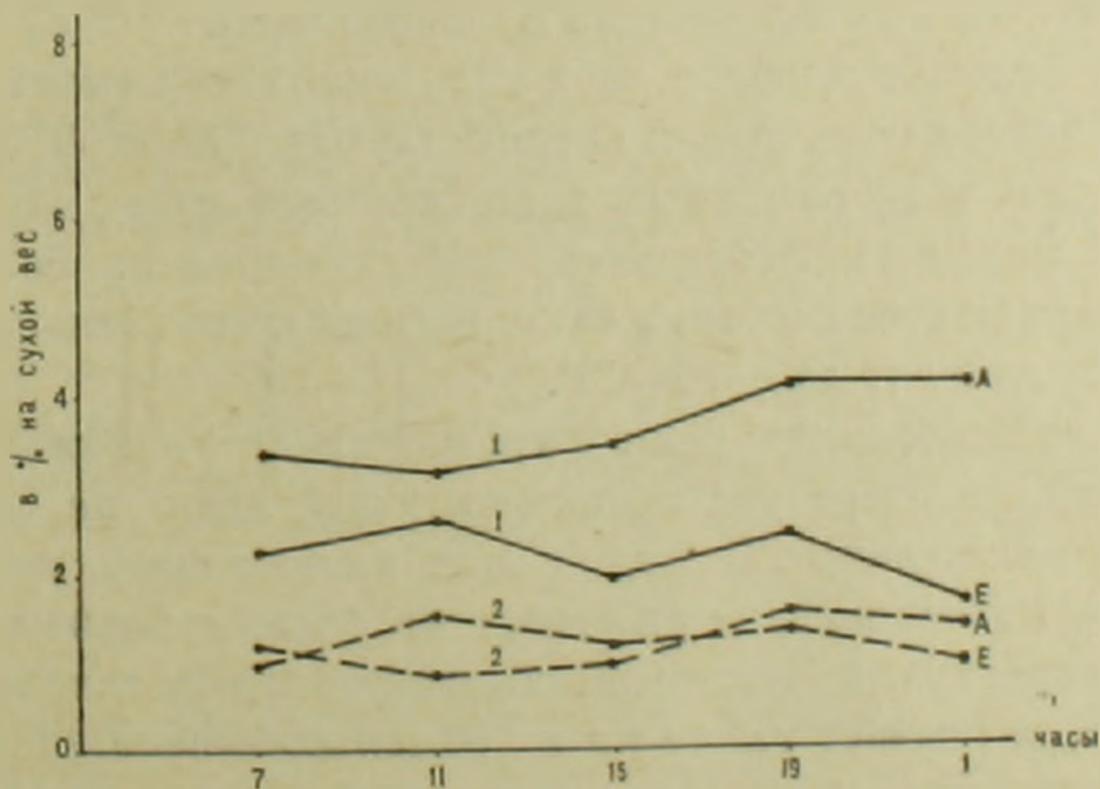
На основании данных о характере связи между интенсивностью фотосинтеза и накоплением углеводов (7, 9-12) можно предполагать, что максимум накопления углеводов в предполуденные часы и в данном случае обусловлен интенсивным фотосинтезом. В две другие фазы—цвете-



Фиг. 2. Суточные изменения содержания моносахаридов и сахарозы в листьях *Oxycia elatior* в фазе вегетации в условиях Еревана (Е) и Арагаца (А).

1 — моносахариды; 2 — сахароза.

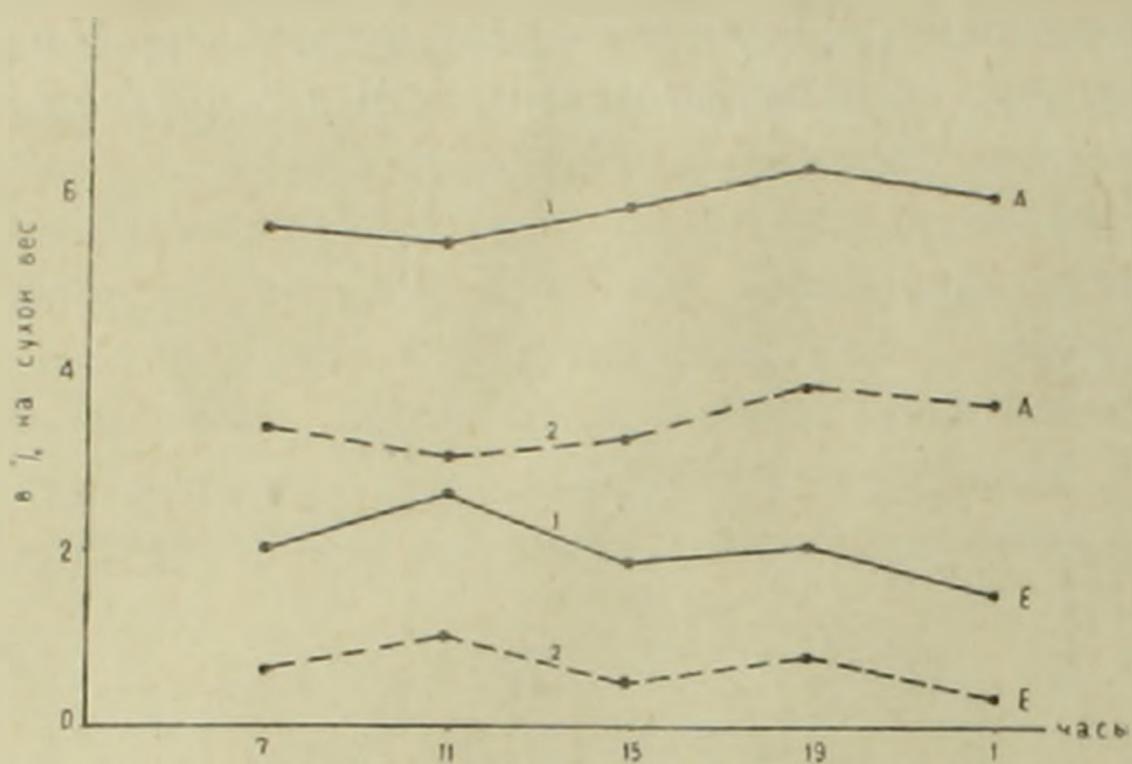
ние и плодоношение—минимум накопления углеводов наблюдается в предполуденное время (11 часов), максимум же накопления смещается на вторую половину дня (19 час). Аналогичные данные получены и Р. М



Фиг. 3. Суточные изменения содержания моносахаридов и сахарозы в листьях *Oxycia elatior* в фазе цветения в условиях Еревана (Е) и Арагаца (А).

1 — моносахариды; 2 — сахароза.

Рейнус (6). После этого наблюдается спад кривой углеводов (фиг. 1, 3, 4). Однако в ночные часы их количество бывает значительно больше, чем в дневные (11 час). Такие изменения в суточной динамике углеводов в процессе вегетации можно, по-видимому, объяснить влиянием температуры.



Фиг. 4. Суточные изменения содержания моносахаридов и сахарозы в листьях *Oxuria elatior* в фазе плодоношения в условиях Еревана (Е) и Арагаца (А).
1 — моносахариды; 2 — сахароза.

В фазе цветения и особенно в фазе плодоношения усиливаются суточные амплитуды температуры. Ночью в августе-сентябре температура спускается ниже нуля. Это тормозит ростовые процессы, которые в свою очередь приводят к замедленной трате ассимилятов. При пониженных температурах также ослабляется процесс превращения растворимых углеводов в нерастворимые. Все это, по мнению П. А. Баранова (13), вызывает повышение их содержания в ночные часы.

Особенно большое влияние на ход суточных изменений углеводов, как известно, оказывают условия предшествующей ночи. Л. А. Филипповой (12) показано, что у памирских растений после ночи с отрицательной температурой максимум фотосинтеза передвигается на более поздние часы дня. Это смещение особенно четко наблюдалось осенью, когда ночные заморозки доходят до $-10-12^{\circ}$.

В наших исследованиях как в фазе цветения, так и особенно в фазе плодоношения температура предшествующей ночи на поверхности почвы была отрицательной. В связи с этим и происходит, очевидно, смещение максимума накопления углеводов на более поздние часы. Таким образом, температурный фактор, помимо прямого действия на содержание углеводов, оказывает также на их обмен косвенное влияние (10).

Изучение суточной динамики углеводов в листьях растений, произрастающих в условиях Ереванского ботанического сада, показывает, что она имеет вид двухвершинной кривой, с первым максимумом в предполуденные и вторым, менее слабо выраженным, в послеполуденные часы.

Притом, как и у растений, произрастающих в условиях г. Арагац, наибольшим колебаниям в течение суток подвержены моносахариды и сахара (рис. 1—4). Так, у *Oxyria elatior* в фазе вегетации колебания моноз в течение дня имеют место в пределах 2,2 — 3,0%, а сахарозы 1,1 — 2%. У *Chamaemelum melanolepis* от 3,1 до 4,3%, а сахарозы — от 0,4—1,3%, у *Taraxacum stevenii* соответственно от 3,5 — 4,9% и от 1,2—2,4%, у *Nepeta brevifolia* от 1,4—2,8 и от 1,1—2%, у *Doronicum oblongifolium* от 1,5 — 3% и от 1 — 2%.

Изложенные выше данные приводят нас к следующим выводам.

1. У высокогорных растений в зависимости от температурных условий меняется характер суточных изменений углеводов.

2. В фазе вегетации при более благоприятных температурных условиях у растений высокогорной зоны максимум содержания углеводов обнаруживается с предполуденные часы, а в двух других фазах, в связи с понижением температуры, этот максимум смещается на более поздние часы.

3. В листьях высокогорных растений, выращенных в условиях Ереванского ботанического сада, суточные изменения содержания углеводов протекают по двувёршинной кривой, с первым максимумом в предполуденные часы, и вторым — во второй половине дня.

Ботанический институт Академии наук
Армянской ССР

Ա. Գ. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ

Ածխաջրերի օրական դինամիկան հարբեր պայմաններում ածուղ մի բանի ալպիական բույսերի տերերի մեջ

Փորձ ենք արել հետազոտել ածխաջրերի տարբեր ձևերի օրական փոփոխությունները տարբեր ֆիզիկո-աշխարհագրական պայմաններում ածուղ բույսերի մոտ: Որպես ուսումնասիրման օբյեկտներ ծառայել են նույն տեսակի խոտային բույսերը, որոնք աճում են Արագած լեռան մերձգագաթային մասում և Երևանի բուսաբանական այգում:

Ուսումնասիրություններից հանվել ենք հետևյալ եզրակացություններին:

1. Ածխաջրերի օրական ընթացքի կորերի ընդլայնում է կախված ջերմաստիճանային պայմաններից:

2. Արագածում՝ ծովի մակարդակից 3250 մ բարձրության վրա վեգետացիայի ֆազում ածխաջրերի օրական ընթացքը արտահայտվում է մեկ գագաթային կորով, ըստ որում նրանց առավելագույն քանակը դիտվում է մինչ կեսօրյա ժամերին: Մյուս երկու՝ ծաղկման և ստղակալման ֆազաներում ածխաջրերի առավելագույն կուտակումը դիտվում է օրվա երկրորդ կեսին, մինչդեռ նրանց նվազագույն կուտակումը համընկնում է մինչկեսօրյա ժամերի հետ:

3. Երևանյան պայմաններում ածուղ բույսերի մոտ ածխաջրերի օրական ընթացքը արտահայտող կորերը ունեն երկու մաքսիմում: Առաջինը՝ ալբելի ուժեղ արտահայտվածը համընկնում է մինչկեսօրյա ժամերի, իսկ երկրորդ՝ ալբելի թույլ արտահայտվածը — կեսօրյա ժամերի հետ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ E. Overton, Jahrbuch Wiss. Botan. 33, 1899. ² C. Schroeter, Das Pflanzenleben des Alpen, Zurich, 1926. ³ M. Henrici, Zweigipflige Assimilationskurven mit spezieller

Berücksichtigung den Photosynthese von alpienen phanerogamen Schattenpflanzen und Flechten, Basel, 1921. ⁴ С. О. Гребинский. Уч. записки Казахского гос. ун-та, биология, т. 3, оттиск 2, 1939. ⁵ С. О. Гребинский, Успехи современной биологии, т. 19, в. 2, 1944. ⁶ Р. М. Рейнус, Тр. Бот. ин-та, т. XVIII, Изд-во АН Тадж. ССР, 1962. ⁷ О. В. Заленский, Тр. Ботан. ин-та АН СССР, сер. IV, Эксперим. ботаника, в. 10, 1955. ⁸ А. Н. Белозерский, Н. И. Проскуряков, Практикум по биохимии растений, 1951. ⁹ В. Н. Любименко, Фотосинтез и хемосинтез в растительном мире, 1935. ¹⁰ О. В. Заленский, Изв. Тадж. фил. АН СССР, № 8, 1944. ¹¹ А. Я. Кокин, Изв. Главн. бот. сада СССР, т. 27, в. 3, 1928. ¹² Л. А. Филиппова, Тр. Ботан. ин-та АН СССР, сер. IV, Экспериментальная ботаника, в. 13, 1959. ¹³ П. А. Баранов, Сб. Растение и среда, под редакц. Келлера, 1940.

ФАРМАКОЛОГИЯ

С. А. Мирзоян, чл.-корр. АН Армянской ССР, и В. П. Акопян

Влияние γ -аминомасляной кислоты на мозговое кровообращение

(Представлено 20/VI 1965)

Установление наличия γ -аминомасляной кислоты в головном мозгу, впервые в 1950 г. Робертсом и Фрэнкелом (¹), вскоре подтвержденное Юденфрендом (²), и обнаружение сравнительно большой ее концентрации в сером веществе головного мозга, среднем и межуточном мозге (³⁻⁴) послужило основанием дальнейших исследований для изучения роли ГАМК в обмене и функциональной деятельности центральной нервной системы. Работами Г. Х. Бунятына и его сотрудников (⁵⁻⁸) установлено, что ГАМК оказывает значительное влияние на мембранную проницаемость, ускоряет транспорт глюкозы, стимулирует функцию надпочечника. Ее интракаротидное введение усиливает функцию нейрогипофиза, подавляет активность холинэстеразы и т. д.

Многочисленными физиологическими исследованиями показано, что ГАМК обнаруживает способность оказывать подавляющее действие на нейроны коры головного мозга, что и послужило основанием для ее идентификации с передатчиком тормозящих влияний в центральной нервной системе (^{9, 10}). Однако до сих пор не имеется доказательств для признания ГАМК медиатором торможения в нервной системе. В то же самое время полученные факты свидетельствуют о том, что ГАМК является одним из существенных компонентов фактора ингибирования (фактор I), выделенного из мозговой ткани (¹¹⁻¹³).

Обращают на себя внимание и данные о фармакологической активности ГАМК на некоторые функции организма. Такахаши (¹⁴) показал подавляющее действие ГАМК на кровяное давление. Стэнтон и Вудгауз (¹⁵), в основном подтвердив данные Такахаши, указывают, что наблюдаемые эффекты на кровообращение обуславливаются не центральным влиянием, как это утверждает Такахаши, а преимущественно периферически-гуморальным механизмом. Под влиянием ГАМК наступает возбуждение дыхания. ГАМК предотвращает прессорные эффекты никотина на кровяное давление. На кишечной петле морской свинки и кролика ГАМК обнаруживает антиацетилхолиновое, антисеротониновое и антигистаминное действие. Гобигер (¹⁶) и П. Е. Дябловой (¹⁷) удалось обна-

ружить выраженное тормозящее действие ГАМК на калийное сокращение скелетной мышцы и показать, что ГАМК предотвращает кардиазоловый гиперкинез и оказывается не активным в отношении стрихнинных судорог.

Содержание высоких концентраций ГАМК лишь в головном мозгу человека и животных и выявленные ее физиологические и биохимические эффекты в нервной системе привлекли наше внимание к изучению действия ГАМК на мозговое кровообращение (18).

В настоящем исследовании ставилась задача изучить кровоснабжение в отдельных зонах серого вещества головного мозга в условиях острого и хронического эксперимента. В основном использовалась методика термоэлектрического измерения, позволяющая регистрировать изменения кровотока в сосудах на поверхности мозга плоским термоэлектродом при внутривенном введении ГАМК и при ее локальной аппликации, в общей сонной артерии после перевязки наружной сонной артерии и других мелких ветвей. Использовалась также методика резистографии.

В опытах с синхронной регистрацией колебаний кровоснабжения затылочной, теменной долей и артериального давления обнаруживается, что ГАМК усиливает объемную скорость кровотока и оказывает подавляющее действие на артериальное давление. Допустимо было предположить, что с целью сохранения кровоснабжения мозга при снижении кровяного давления включаются регуляторные механизмы способствующие уменьшению сопротивления сосудов мозга и в результате наступает вазодилатация.

Стало быть, увеличение просвета мозговых сосудов под влиянием ГАМК возникает вторично. Следовательно, для суждения о действии ГАМК на тонус мозговых сосудов надо было бы, по мере возможности, исключить фактор колебания кровяного давления, возникавший под влиянием ГАМК.

В опытах, проводимых на кроликах, кошках и собаках, нам удалось наблюдать случаи, когда можно было исключить зависимость эффектов ГАМК на мозговой кровоток от величины артериального давления.

На фиг. 1 представлен один из опытов, где внутривенное введение ГАМК 1,5 мг/кг оказывает быстропроходящее (20 сек.) незначительное падение артериального давления на 6 мм ртутного столба, в то время как обнаруживается заметное и продолжительное, в течение трех минут, увеличение объемной скорости кровотока на теменной поверхности мозговой коры.

Иногда в острых опытах под влиянием легкого эфирного наркоза, у кроликов обнаруживается двойное действие ГАМК на кровоснабжение мозга. Первоначально при снижении артериального давления отмечается сокращение мозговых сосудов, но оно выражено непродолжительно и спустя несколько десятков секунд, в условиях сравнительно пониженного уровня системного давления, отмечается увеличение скорости мозгового кровотока.

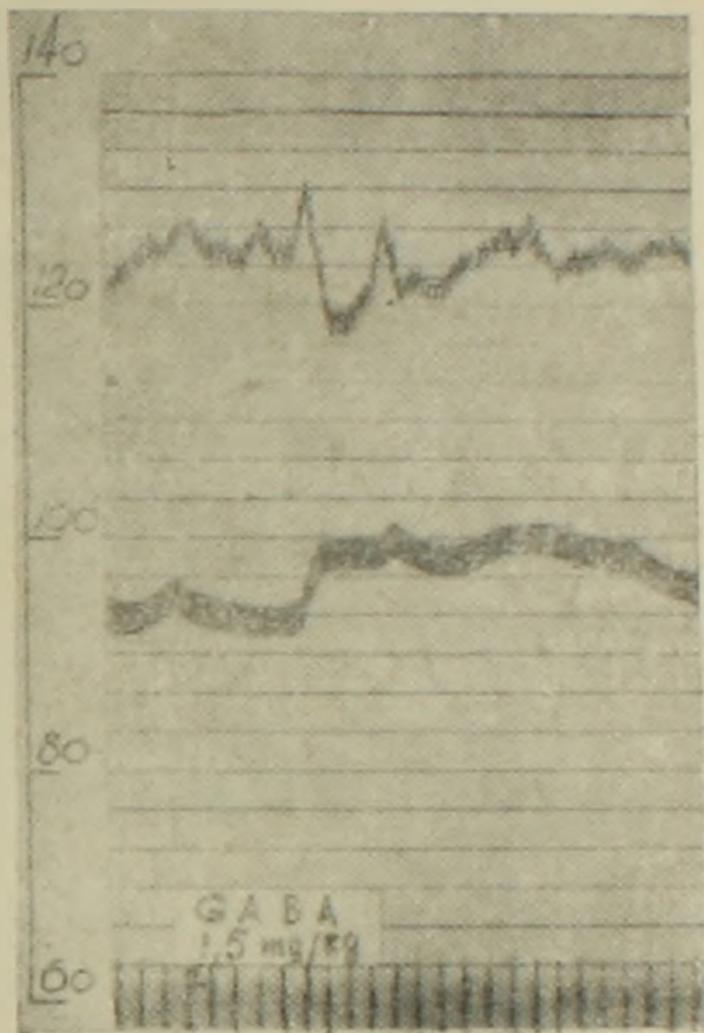
Рядом опытов удалось более убедительно доказать отсутствие прямой зависимости между уровнем кровяного давления и кровоснабжением мозга. На фиг. 2 представлен случай, где ГАМК обнаруживает способность понижать артериальное давление на 8 мм ртутного столба. В момент наиболее глубокого падения системного давления отмечается заметное увеличение кровоснабжения мозга. После того как кровяное давление спустя 75 секунд достигает исходного уровня, должно было быть соответствующее повышение сопротивления сосудов мозга благодаря регуляторным механизмам. Однако обнаруживается обратное. Наступает дальнейшее значительное увеличение объемной скорости кровотока при неизменной величине кровяного давления, и возникшая активная вазодилатация сохраняется продолжительное время.

То, что усиление мозгового кровотока в данном случае не является следствием колебания артериального давления, свидетельствует о сосудорасширяющем действии ГАМК на мозговые сосуды.

Особенно отчетливо обнаруживается отсутствие корреляции между системным давлением и кровоснабжением мозга в хронических опытах без наркоза.

В опытах на собаках с вживленным термоэлектродом на сонную артерию интракаротидное введение ГАМК часто при неизменном уровне кровяного давления приводит к резкому возрастанию скорости кровотока в сонной артерии. Один из таких опытов представлен на фиг. 3, где при введении ГАМК в ток крови сонной артерии раньше всего усиливается скорость кровотока в сонной артерии и лишь 70 секунд спустя наблюдается наибольшее падение кровяного давления. По ходу всего опыта сдвиги в артериальном давлении и кровотоке в сонной артерии преимущественно носят разнонаправленный характер.

В хронических опытах с вживленным плоским термоэлектродом на мозговые оболочки у ненаркотизированных кроликов также удалось обнаружить исключительно выраженное действие ГАМК на скорость кровотока на поверхности мозга. Следовательно, интенсивность действия ГАМК во многом зависит от реактивности мозговых сосудов. При этом



Фиг. 1. Влияние внутривенного введения ГАМК 1,5 мг/кг на кровоснабжение теменной области коры головного мозга кролика в остром опыте. Кривые сверху вниз: артериальное давление, объемная скорость кровотока. Отметчик времени 5 секунд.

следует учесть влияние наркоза. У ненаркотизированных животных эффекты ГАМК проявляются сильнее и продолжительнее.

В опытах с перфузией головного мозга кошки при постоянном притоке, когда мозговое кровообращение не связано с системным давлением,



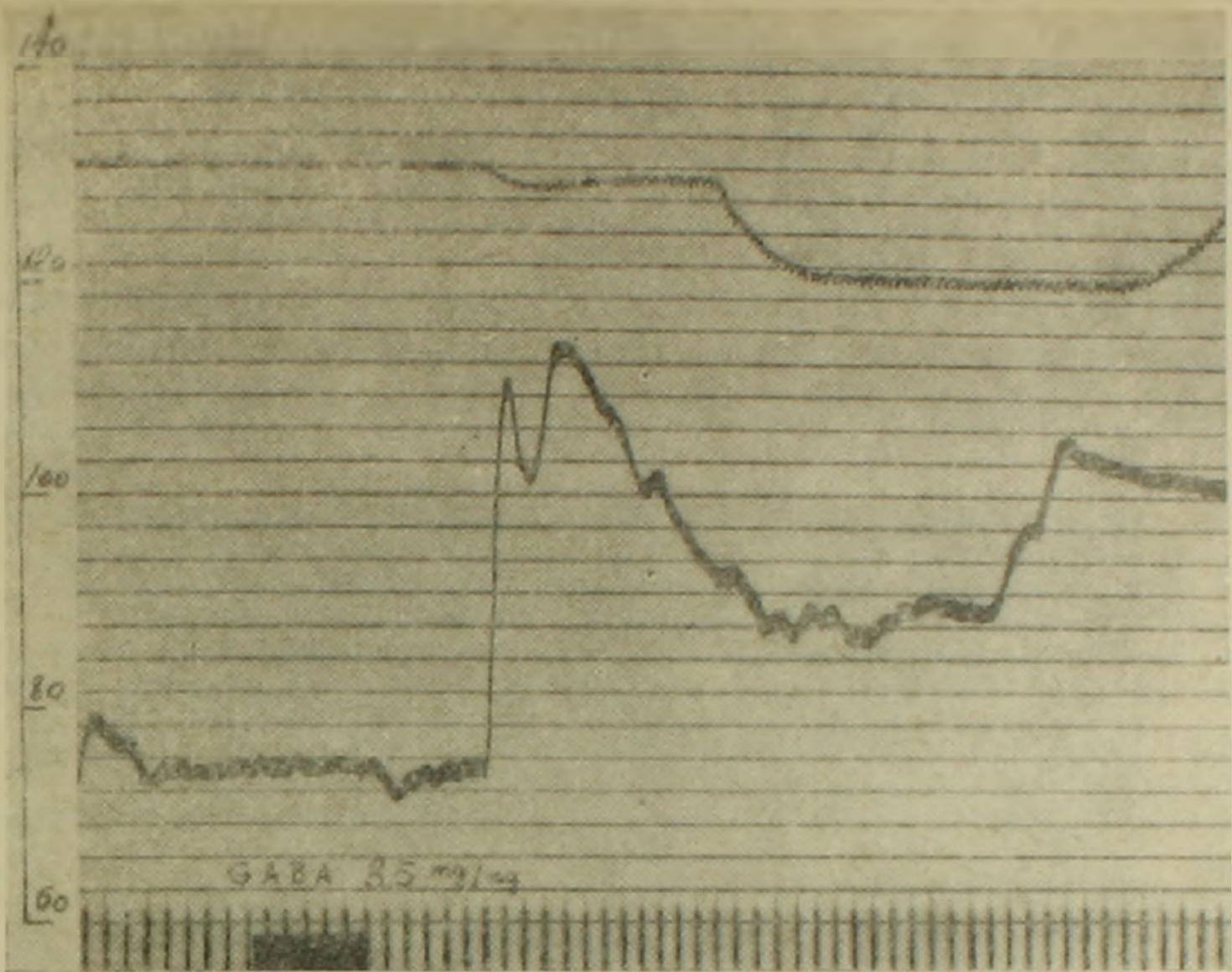
Фиг. 2. Влияние внутривенного введения ГАМК 1,5 мг/кг на кровоснабжение теменной области коры головного мозга кролика в остром опыте.

Кривые сверху вниз: артериальное давление; объемная скорость кровотока; отметчик времени 5 сек.

ем и колебания перфузионного давления отражают изменения тонуса мозговых сосудов, ГАМК, введенная через наружную сонную артерию после перевязки всех отходящих от этих артерий ветвей к внечерепным тканям головы и после перевязки *arf. basilaris* обнаруживает способность уменьшить сопротивление сосудов мозга. Длительность эффекта при этом колеблется от 3—10 минут. В большинстве случаев отмечается небольшое повышение артериального давления. Результаты одного из опытов представлены на фиг. 4.

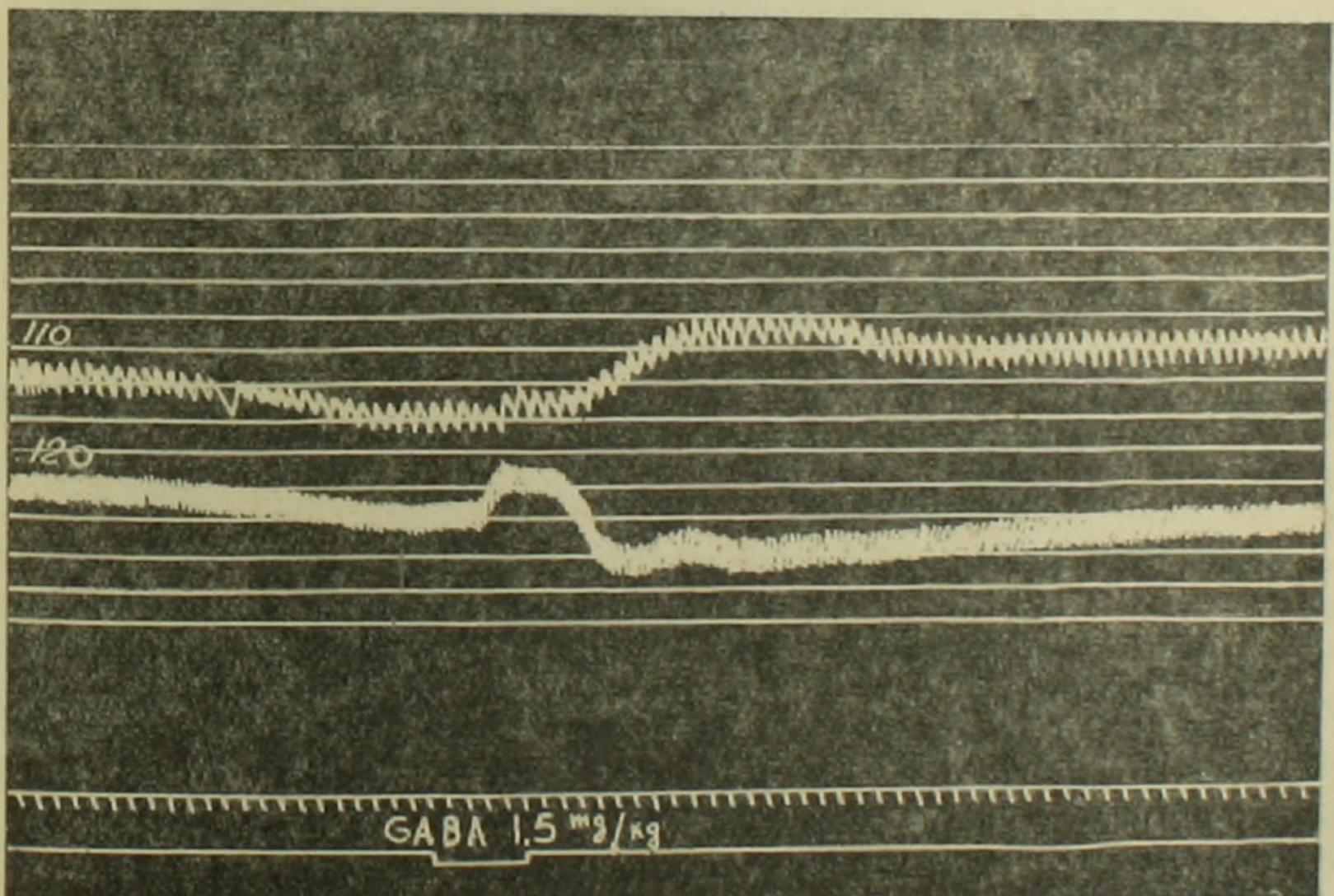
На рисунке видно, что подведение ГАМК через сонную артерию спустя 30 секунд приводит к заметному уменьшению тонуса мозговых сосудов с длительностью 7 мин. Одновременно отмечается повышение артериального давления на 12 мм ртутного столба.

Опыты показывают, что внутривенное введение ГАМК 1 мг/кг также уменьшает тонус мозговых сосудов, но несколько слабее, и длительность эффекта при этом не превышает 3—4 минуты.



Фиг. 3. Влияние интракаротидного введения ГАМК 3,5 мг/кг на объемную скорость кровотока при помощи вживленного термоэлектрода на сонную артерию собаки в хроническом эксперименте.

Кривые сверху вниз: артериальное давление, объемная скорость кровотока, отметчик времени 5 сек.



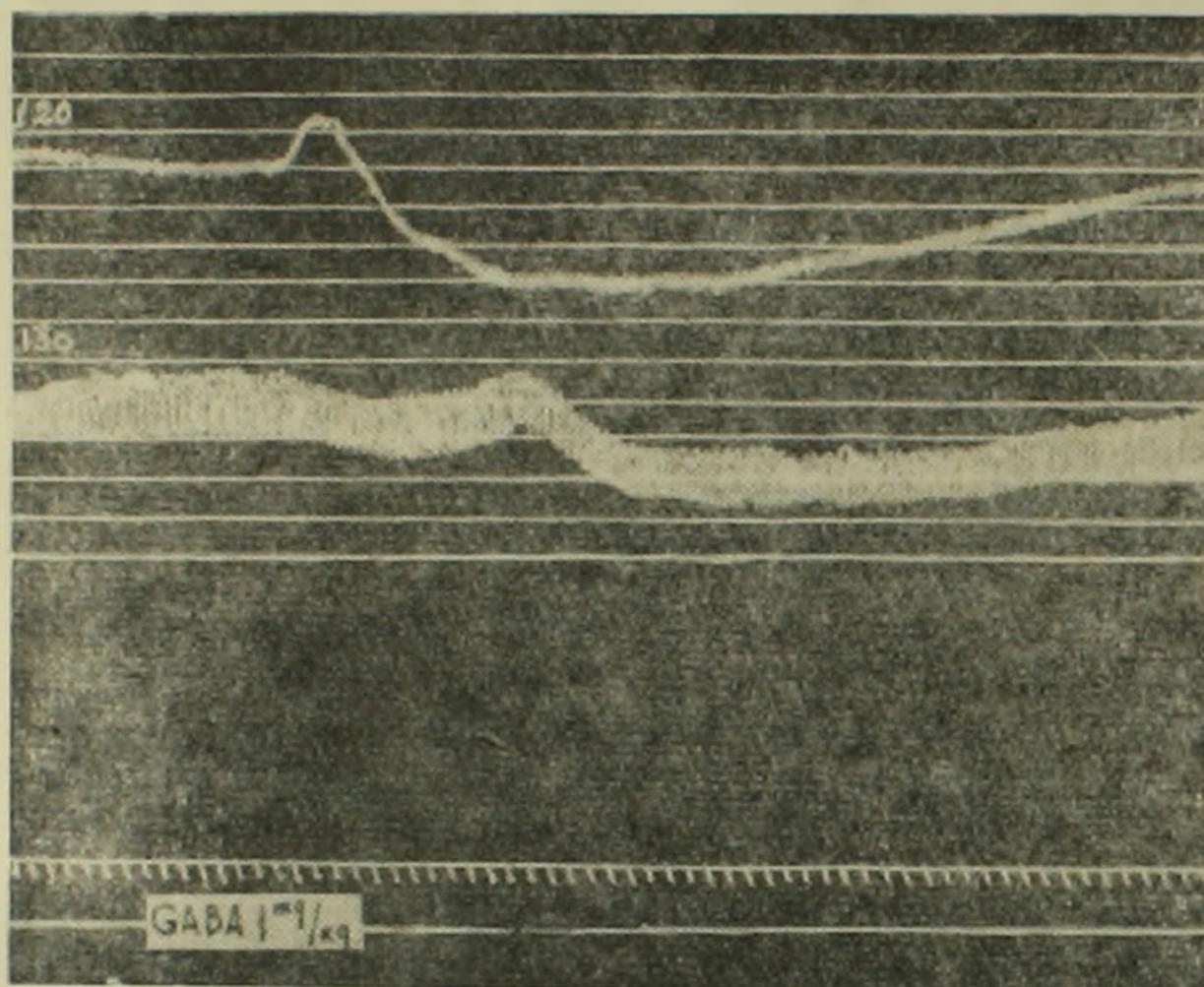
Фиг. 4. Перфузия мозга кошки. Влияние внутриартериального введения ГАМК 1,5 мг/кг на тонус мозговых сосудов.

Кривые сверху вниз: артериальное давление; резистограмма мозговых сосудов; отметчик времени 5 сек; отметчик введения препарата.

На фиг. 5 зарегистрирован сравнительно кратковременный и слабый эффект понижения тонуса мозговых сосудов при внутривенном введении по сравнению с введением ГАМК в артерию.

Обращает на себя внимание, что при внутривенном введении прессорные эффекты на кровяное давление не отмечаются. Наоборот, как правило, развивается гипотензия.

При применении методики мы стремились в каждом отдельном случае подобрать возможно более адекватный методический подход, который отображал бы кровоснабжения мозга или динамику измене-



Фиг. 5. Перфузия мозга кошки. Влияние внутривенного введения ГАМК на тонус мозговых сосудов.

Кривые сверху вниз: артериальное давление; резистограмма мозговых сосудов; отметчик времени 5 сек; отметчик введения препарата.

ний тонуса мозговых сосудов. Можно считать установленным, что под влиянием γ -аминомасляной кислоты наступает отчетливое усиление кровоснабжения мозга.

Уникальное наличие ГАМК в головном мозгу человека и животных и обнаруженные нами фармакологические эффекты на мозговой кровоток позволяют нам высказать предположение о возможном участии ГАМК, наряду с другими продуктами метаболизма, биогенных аминов, медиаторов, в регулировании тонуса мозговых сосудов.

Ереванский медицинский институт,
Институт биохимии Академии наук
Армянской ССР

**Դ-ամինոկարադարձի ազդեցությունը ուղեղային արյան
երջանառության վրա**

Այս հետազոտության մեջ խնդիր է դրվել պարզելու Դ-ամինոկարադարձի (ԳԱԿԹ) ազդեցությունը ուղեղի տարրեր շրջանների արյան մատակարարման վրա:

Որոշվել է արյան ծավալային հոսքը ճաղարների ուղեղի կողմնային կեղևային մասում, միաժամանակյա արյան ճնշման գրանցման պայմաններում: ԳԱԿԹ-ի 1,5 մգ/կգ ներերակային ներարկումը առաջացնում է կարճատև արյան ճնշման անկում, այն դեպքում, երբ ուղեղի արյան ծավալային հոսքի արագացումը շարունակվում է ավելի երկարատև: Ցույց է տրվել, որ ԳԱԿԹ-ի ազդեցությունը ուղեղային արյան հոսքի վրա, ուղեղային կապիված չէ ընդհանուր արյան ճնշման տատանումների հետ՝ վերջինիս վերականգնման դեպքում դարձյալ շարունակվում է ուղեղի արյան հոսքի արագացումը:

Վերսիկ փորձերում ճաղարների մոտ նույնպես ԳԱԿԹ-ը առաջացնում է արյան ծավալային հոսքի արագացում, քնդորում ավելի երկարատև է նարկոզի բացակայության պայմաններում:

ԳԱԿԹ-ի ներդարկերակային ներմուծումը շնչերի մոտ, բրոնխի փորձի պայմաններում թերմոդոյով կարոտիսյան զարկերակի վրա, առաջացնում է արյան հոսքի արտահայտված արագացում: Հաճախակի այդպիսի դեպքերում ընդհանուր արյան ճնշումը առանձին փոփոխությունների չի ենթարկվում, երբևէն ունենում է հակադիր բնույթ արյան հոսքի համեմատությամբ:

Կատուների պանդուղեղի աուտոպերֆուզիայի ժամանակ, երբ ուղեղը միավոր ժամանակամիջոցում ստանում է անփոփոխ քանակի արյուն և ընդհանուր արյան ճնշման տատանումները կապված չեն ուղեղային անոթների լարվածության հետ, ԳԱԿԹ-ը առաջացնում է ուղեղային անոթների դիմադրության թուլացում, որը տևում է 3—10 րոպե: Երբևէն ներդարկերակային ներարկման ժամանակ ընդհանուր արյան ճնշումը բարձրանում է 10—12 մմ սնդիկի սյան, որը ապացուցում է, որ ուղեղի անոթների լարվածության թուլացումը ԳԱԿԹ-ի ազդեցության տակ անկախ է ընդհանուր արյան ճնշման փոփոխություններից:

Այսպիսով մեր կողմից բացահայտված ԳԱԿԹ-ի ֆարմակոլոգիական ազդեցությունը ուղեղային արյան շրջանառության վրա, թույլատրում է եզրակացնելու, որ ԳԱԿԹ-ը մյուս նյութափոխանակության նյութերի հետ միասին կարող է մասնակցել ուղեղային անոթների լարվածության կարգավորմանը:

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

¹ E. Робертс и С. Фрэнкел, Biol. chem 187, 55, 1950. ² С. Юденфренд, Biol. chem. 187, 65, 1950. ³ E. Робертс, Inhibition in the Nervous System and Gamma-aminobutyric acid New York Per. gamon Press 1960, p. 144. ⁴ Б. Сайскен, E. Робертс и С. Бакстер, Inhibition in the Nervous System and Gamma-aminobutyric acid New York Pergamon Press 1960, p. 219. ⁵ Г. Х. Бунятян, Вопросы биохимии, т. I, 197, 1960. ⁶ Б. А. Казарян, Известия АН АрмССР (биол. наук), т. 16, № 12, 59, 1963. ⁷ Н. А. Есаян и Р. М. Налбандян, Вопросы биохимии, т. III, 85, 1963. ⁸ А. А. Галоян и Р. Ф. Манасян, Там же, стр. 61. ⁹ Т. Хаяши, Nature, v. 182, 1076, 1958. ¹⁰ Т. Хаяши и К. Нагаи, Abstr. communications XX Intern. Physiol. Congress Brussels, 1958, p. 410. ¹¹ E. Флори, Arch. Int. Physiol. 62, 33, 1954. ¹² А. Баземор, К. Эллиот и E. Флори, J. Neurochem., 1, 334, 1957. ¹³ Р. Ловелл и К. Эллиот, J. Neurochem, 10, 179, 1963. ¹⁴ Х. Такахаши, М. Тиба, М. Яино и Такаясу, Jap. J. Physiol., v. 5, 334, 1955, 1956. ¹⁵ Стентон, Ф. Вудгауз, J. pharmacol. and experim. therapeutics v. 128, № 3, 233, 1960. ¹⁶ Ф. Гобигер, J. Physiol., v. 142, № 1, 117, 1958. ¹⁷ Р. Е. Дяблова, Бюлл. эксп. биол. и мед., № 8, 75, 1965. ¹⁸ С. А. Мирзоян и В. П. Акопян, Роль ГАМК в деятельности нервной системы. Материалы к симпозиюму «Биохимия физиол. и фармакол. эффекты ГАМК в нервной системе». Ленинград, 44, 1964.

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

Эффекты курсового применения джермукской минеральной воды на содержание гликогена и минеральных компонентов печеночной ткани

(Представлено 25/VI 1965)

С точки зрения современных представлений о механизме действия минеральных вод на исполнительные органы, весьма существенным является, включение отдельных компонентов их в цепь биохимических процессов, которые лежат в основе физиологической активности эффекторных органов. Большая роль в механизме действия минеральных вод, по-видимому, принадлежит колебаниям электролитов в органах в период курсового применения химических раздражителей, факторов ионного равновесия и степени ионной асимметрии.

Работами Баченена и Хестингса ⁽¹⁾ установлена определенная взаимосвязь между энзиматическими процессами и электролитами. В частности, обнаружено, что ионы калия способствуют гликогенезу, а ионы натрия — гликогенолизу.

Исследованиями Мадьяра ⁽²⁾ и сотрудников обнаружено, что после введения инсулина содержание калия в сыворотке уменьшается. Им же установлено, что понижение содержания калия в сыворотке связано с гликогенезом, а его повышение — с гликогенолизом.

По наблюдению Дюри ⁽³⁾ отмечено, что через 4 и 24 часа после введения аллоксана развивается гипергликемия, причем содержание гликогена и калия в печени понижается. Большую роль играет магний в действии гормона глюкагона, способствующего активированию фосфоорилазы.

На основании приведенных данных можно заключить, что немалую роль в процессе гликосинтеза и гликогенолиза в печени играют электролиты, в частности, К, Na и Mg.

Приведенные данные выдвигают важную задачу проследить за колебаниями гликогена и некоторого минерального состава печеночной ткани при курсовом применении минеральных вод и вскрыть их взаимосвязь.

Приступая к экспериментальной разработке влияния джермукской минеральной воды на некоторые стороны обмена в печени, мы ставили перед собой следующие задачи: во-первых, гистохимическим методом проследить динамику изменения гликосинтеза и гликогенолиза в печеночной ткани под влиянием курсового применения минеральной воды Джермук. Во-вторых установить взаимосвязь между гликогенообразующей функции печени и колебанием некоторого минерального состава печеночной ткани в различные периоды курсового приема минеральной воды. Для этой цели использовалась методика спектрального анализа печеночной ткани.

Работа проводилась на 80 белых крысах самцах в двух сериях. Подопытные животные в период экспериментирования находились на стандартном пищевом рационе (моркови—3г, овса—7 г, хлеба—7 г молока—8 мл, каши в состав которой входила перловая крупа—5 г, соль, вода.

Джермукскую минеральную воду крысы принимали в течении 25 дней, ежедневно через специальные поилки из расчета 5—6 мл на каждую. Контрольная группа получала водопроводную воду. Соответственно срокам приема минеральной воды животные забивались на 1, 5, 10, 15, 20, 25-й день и исследовались гликоген в печени гистохимическим методом по несколько видоизмененной методике Бауэра и минеральный состав печеночной ткани методом спектрального анализа.

Для гистохимического исследования гликогена в печени, брали кусочки из разных долей. В каждый период исследования забивали по 5 подопытных крыс и 5 — контрольных.

Анализ экспериментальных данных показывает, что джермукская минеральная вода при внутреннем курсовом применении оказывает определенное действие на гликогенообразующую функцию печени. Выявлена фазность действия минеральной воды на указанный показатель.

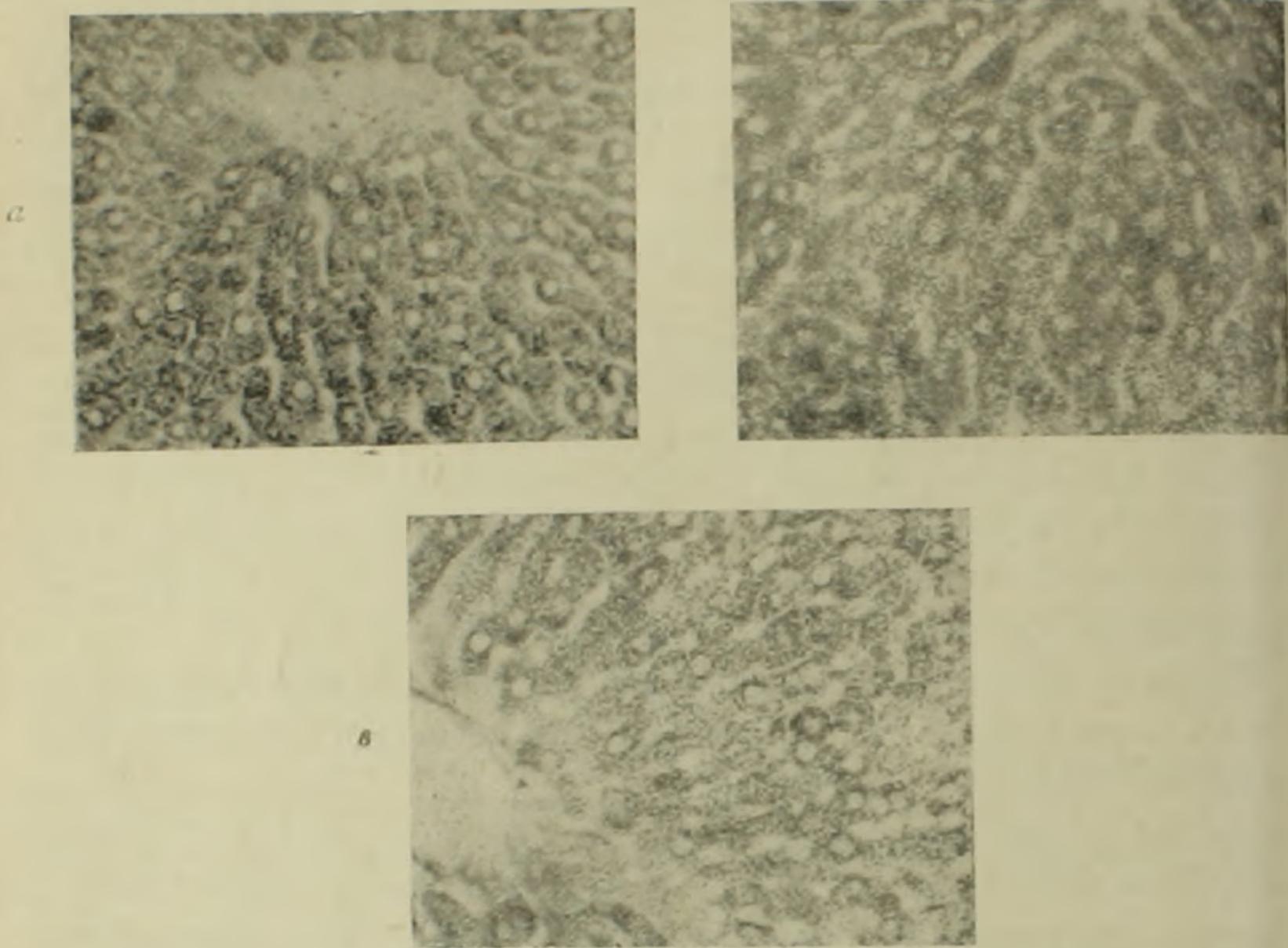
В частности, данные гистохимических исследований показывают, что с первых же дней приема джермукской минеральной воды отмечается повышение гликогена в печени, по сравнению с контрольной группой (фиг. 1 а). На вторые сутки содержание гликогена в печени значительно увеличивается и достигает своего максимума на 5-е сутки. Микроскопическая картина распределения гликогена на 5-ый день приема минеральной воды на много отличается, что наглядно видно на фиг. 1 б.

В препаратах пятого дня крупные зерна гликогена равномерно заполняют цитоплазму печеночных клеток, и гликоген принимает форму более грубых глыбок, чем это можно видеть в цитоплазме печеночных клеток у крыс контрольной группы. Наряду с такими крупными конгломератами гликогена в ряде клеток гликоген заполняет цитоплазму в виде мелких зерен.

В препаратах печени десятого дня ежедневного приема минеральной воды Джермук отмечается заметное уменьшение количества глико-

гена (фиг. 1*в*), в том отношении, что он неравномерно распределен в цитоплазме клеток. Имеющийся гликоген хотя и образует конгломераты, но в меньшем количестве и в меньшем размере. Гликоген в цитоплазме рассеян пылевидно.

Следует отметить, что описанное уменьшение гликогена относится к клеткам, расположенным ближе к центральной вене. Указанная картина, наблюдаемая на 10-й день, более наглядно выражена на 15-ый день приема минеральной воды.

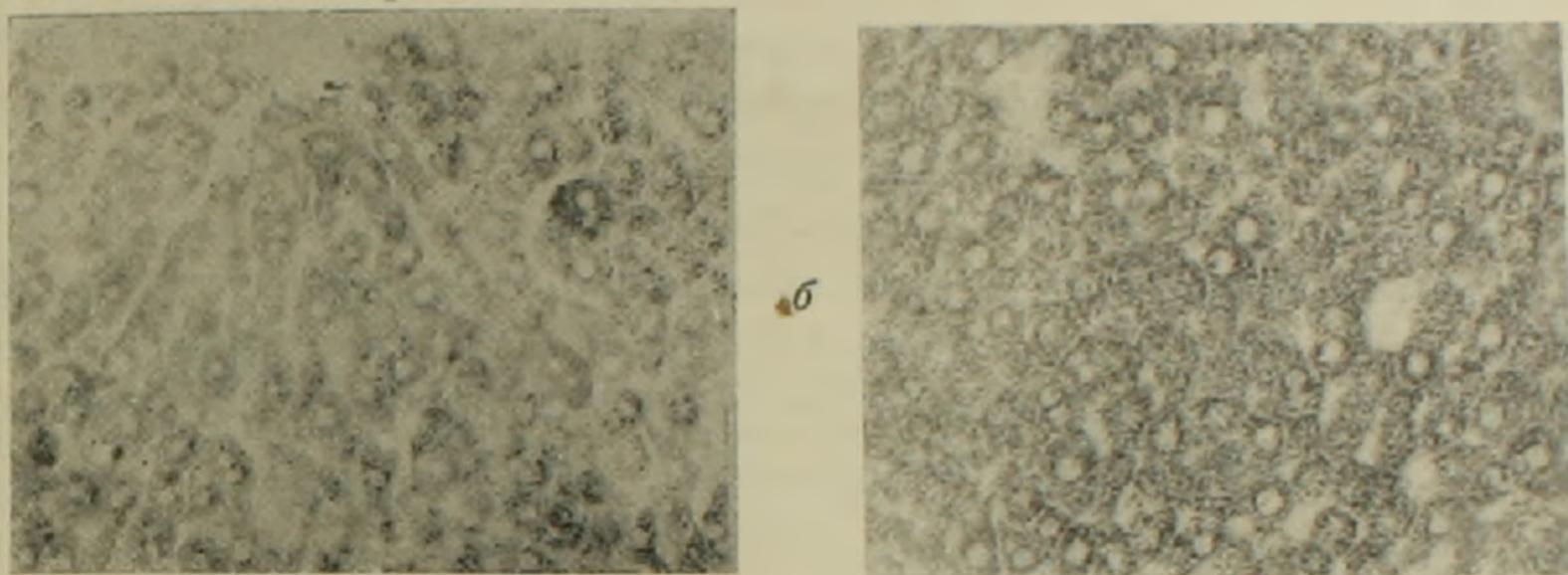


Фиг. 1. Изменение содержания гликогена в печени под влиянием минеральной воды Джермук. *а* — контроль; *б* — 5-й день приема минеральной воды; *в* — 10-й день приема минеральной воды. Увеличение: объектив 10X; окуляр 10X.

Наиболее отчетливая картина резкого снижения количества гликогена в печеночных клетках обнаруживается на 20-ый день приема минеральной воды, что хорошо иллюстрируется на фиг. 2*а*.

Содержание гликогена в печени на 20-ый день приема минеральной воды Джермук значительно ниже, чем у группы животных 10-го и 15-го дня. В цитоплазме печеночных клеток он представлен в виде мелкой рассеянной пыли, в ряде клеток вовсе отсутствует и лишь в единичных клетках зерна гликогена образует глыбы. Обратная картина обнаруживается на 25-й день ежедневного приема минеральной воды (фиг. 2*б*). Отмечается значительное повышение содержания гликогена, хотя он распределен в различных группах клеток неравномерно. Гликоген принимает форму более грубых глыбок и во всех долях можно встретить большие группы печеночных клеток, содержащие глыбы гликогена.

Таким образом, в настоящей работе гистохимическим исследованием приводится новое доказательство о фазности действия минеральных вод в период курсового их применения. Заслуживает особого внимания то обстоятельство, что динамика колебания гликогена в печени в какой-то мере соответствует периодам функциональных изменений в органах и системах организма под влиянием курсового применения минеральных вод. Об этом свидетельствуют исследования С. А. Мирзояна и его сотрудников (4-7).



Фиг. 2. Изменение содержания гликогена в печени под влиянием минеральной воды Джермук. *а* — 20-й день приема минеральной воды; *б* — 25-ый день приема минеральной воды.

Результаты спектральных исследований в период курсового применения джермукской минеральной воды показывают определенную взаимосвязь между содержанием минеральных компонентов и функционально-биохимическими сдвигами в печеночной ткани. В этой связи заслуживают упоминания ранее опубликованные работы С. А. Мирзояна и Р. А. Григорян (8), С. А. Мирзоян, Т. Г. Мовсесян, Р. А. Григорян (9). Авторами было показано, что выраженные эффекты минеральных вод на моторику желчного пузыря и кишечника, а также на секрецию желчи совпадают с периодами появления в тканях печени и кишечника, порциях желчи совершенно новых минеральных компонентов, неустановленных в контрольных опытах: никеля, кобальта, молибдена, титана, свинца.

В настоящей работе удастся проследить определенную зависимость в изменении содержания калия, магния и цинка со сдвигами гликогенообразующей функции печени.

Обращает на себя внимание, что на 20-ый день, наряду с выраженным активизированием гликогенолиза под влиянием минеральной воды, отмечается заметное снижение содержания калия и увеличение магния в печеночной ткани. Если до опыта среднее содержание калия в печеночной ткани составляла $7,6 \pm 2,39$ мг% золы, то на 20-ый день ежедневного приема джермукской минеральной воды, оно снижается до $1,6 \pm 0,5$ мг% золы. Сопоставляя колебания калия и магния в печеночной ткани до и на 20-ый день приема химического раздражителя, следует отметить, что соответственно уменьшению содержания калия количество магния

увеличивается в пять раз, доходя до $1,5 \pm 0,4$ мг% золы, против $0,26 \pm 0,03$ мг% контроля.

По ходу курсового введения минеральной воды своеобразным изменениям подвергается содержание цинка в печеночной ткани. Заметная связь между содержанием цинка и колебаниями гликогена в печени обнаруживаются на 5-ый день приема минеральной воды, когда со значительным нарастанием количества цинка, наступает заметное накопление запасов гликогена в печени. Если до опыта содержание цинка в печеночной ткани составляет $0,011 \pm 0,004$ мг% золы, на пятый день ежедневного приема минеральной воды Джермук количество цинка доходит до $0,053 - 0,002$ мг% золы, превосходя исходное почти в 5 раз. Все приведенные данные статистически достоверны.

Таким образом, резюмируя полученные факты, можно заключить, что наблюдаемые эффекты приема минеральной воды на гликогенообразующую функцию печени в определенной мере связываются с колебаниями содержания некоторых минеральных элементов в печеночной ткани под влиянием курсового приема джермукской воды.

Институт курортологии и физиотерапии
Министерства здравоохранения
Армянской ССР

Ս. Հ. ՄԻՐԶՈՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ ԻՊՐԱԿԻԳ-ԱՆՈՒՄ, Ե Ռ. Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Ջերմուկի հանքային ջրի կուրսային օգնագործման էֆեկտը լյարդի հյուսվածքի գլիկոգենի և հանքային բաղադրանաւորների պարունակութեան վրա

Հիստորիմիական հետազոտութիւններով, «Ջերմուկ» հանքային ջրի կուրսային բնորոշման պայմաններում, լյարդում հայտնաբերված են գլիկոսինթեզի և գլիկոգենոլիզի ցայտուն տեղաշարժեր:

Բացահայտված է Ջերմուկ ջրի պարբերական (ֆազական) ազդեցութիւնը լյարդի գլիկոգեն առաջացնող ֆունկցիայի վրա: Միաժամանակ լյարդի հյուսվածքի սպեկտրորիմիական հետազոտութիւններով հաստատված է կալիումի, մագնիումի, ցինկի պարունակութեան և լյարդում գլիկոգենոլիզի և գլիկոսինթեզի տեղաշարժերի միջև որոշակի կապ:

Հատկապես նշվում է, որ հանքային ջրի ներգործման 5-րդ օրում ցինկի քանակի արտահայտված մեծացման հետ մեկտեղ, լյարդում տեղի է ունենում գլիկոգենի պաշարի կուտակում: Եւսկ 20-րդ օրում միաժամանակ գլիկոգենոլիզի ակտիվութեան հետ լյարդի հյուսվածքում նշվում է կալիումի քանակի զգալի բնացում և մագնիումի շատացում:

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

¹Баченен, Дж. М. Хестингс, J. Biol. Chem. 180, 435, 1950. ²Мадьяр и др. Kiserl. Orvostud, 6, 156, 1954, 7, 66, 1955. ³А. Дюри, Proc. Soc. Exp. Biol (N. Y.), 86, 648, 1954. ⁴Р. А. Григорян, Сборник трудов института курортологии и физиотерапии, вып. V, стр. 91—100, 1958. ⁵С. А. Мирзоян и С. В. Довлатян, Вопросы курортологии и физ. методов лечения и лечебной физкультуры, т. I, стр. 7—12, 1956. ⁶С. А. Мирзоян и Р. А. Григорян, Сборник трудов института курортологии и физ. методов лечения, вып. III, стр. 105—113, 1957. ⁷Р. А. Григорян, ДАН АрмССР, т. XXXII, № 5 (1961). ⁸С. А. Мирзоян и Р. А. Григорян, ДАН АрмССР, т. XXXIII, № 2 (1961). ⁹С. А. Мирзоян, Г. Г. Мовсесян и Р. А. Григорян, Материалы и рефераты докладов конференции, Физиология и патология пищеварения и вопросы курортологии и физиотерапии, стр. 117—119, 1963.