

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՐ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Զ Ե Կ Ո Ւ Յ Ց Ն Ե Ր
Д О К Л А Д Ы

XXI, № 1

1955

Խմբագրական կոլեգիա

Ի. Ս. ԴԱՎԹԻԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ իսկական անդամ,
Ա. Լ. ԹԱԽՏԱՋՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ քղրակից անդամ,
Պ. Հ. ՀԱՐԱՐԱՋՈՒՄԻԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ իսկական անդամ
(պատ. խմբագիր), Վ. Հ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Ա. Լ. ՄԱՋՈ-
ՅԱՆ, ՀՍՍՐ ԳԱ իսկական անդամ, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ,
ՀՍՍՐ ԳԱ քղրակից անդամ, Մ. Մ. ՋՐԱՍՇԵԱՆ, ՀՍՍՐ
ԳԱ քղրակից անդամ (պատ. խմբագրի օգնական):

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРУМЯН, действ. чл. АН АрмССР
(отв. редактор), Г. С. ДАВТЯН, действ. чл. АН
АрмССР, М. М. ДЖРБАШЯН, чл.-корресп. АН
АрмССР (зам. отв. редактора), В. О. КАЗАРЯН,
А. Л. МНДЖОЯН, действ. чл. АН АрмССР,
А. Г. НАЗАРОВ, чл.-корресп. АН АрмССР,
А. Л. ТАХТАДЖЯН, чл.-корресп. АН АрмССР.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՐ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿԶՈՒԹՅՈՒՆ

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Մեխանիկա

Ն. Խ. Հաբուրյունյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ և Կ. Ս. Չուբունյան—
Տարբեր նյութերից կազմված պրիզմաձև ձողերի ոլորման մասին՝ սողքի հաշվա-
ռումով

Ֆիզիկա

Ն. Մ. Քուլաբյան և Գ. Ս. Սահակյան - Մեզոնների և էլեկտրոնների առաջա-
դույմը մթնոլորտի ստորին շերտերում

Դինամիկ մեխանիկություն

Ա. Մ. Մխիրաբյան—Ուղղաձիգ տուրբուլենտ շփման ազդեցությունը ծովի
մակարդակին մթնոլորտի ճնշման բաշխման վրա

Ագրոքիմիա

Ն. Հ. Ավագյան—Սեանա լճի ափի նախկին ճահճային հողի մի քանի հորի-
զոնների ուժեղ թթվության բնույթի մասին

Դեգուզորժական քիմիա

Ա. Լ. Մնջոյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ, Վ. Գ. Աֆրիկյան և
Ա. Հ. Իսխիկյան—Հետազոտություն քաղկոքսիթենդոական թթուների ածանցյալ-
ների բնագավառում՝ Հաղորդում X

Ա. Լ. Մնջոյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ իսկական անդամ, Հ. Լ. Մնջոյան և Ս. Ն.
Գուսպարյան—Հետազոտություն փոխարկված քաղախաթթուների ածանցյալների
բնագավառում՝ Հաղորդում VI

Բույսերի ֆիզիոլոգիա

Մ. Խ. Չալախյան, Հայկական ՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ—Օսլայի և սպիտակու-
ցի լոկալիզացիան բույսերի տերևներում՝ կապված դիֆերենցված ֆոտոսինթեզի
ազդեցության հետ

Ֆիզիոլոգիա

Տ. Գ. Ուրղանջյան—Մեծ ուղեղի կիսագնդերի կեղևի դերը կոմպենսատոր
հարմարողականության պրոցեսում ողնուղեղի առաջնային կեսի կտրվածքից հետո

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Механика

- Н. Х. Арутюнян*, действ. чл. АН Армянской ССР, и *К. С. Чобанян*—О кручении призматических стержней, составленных из различных материалов с учетом ползучести 3

Физика

- Н. М. Кочарян* и *Г. С. Слакян*—Генерация мезонов и электронов в нижних слоях атмосферы 11

Динамическая метеорология

- А. М. Мхитарян*—Учет вертикального турбулентного перемешивания в распределении давления на уровне моря 15

Агрохимия

- Н. О. Авакян*—О природе сильной кислотности некоторых горизонтов бывшей болотной почвы на берегу оз. Севан 21

Фармацевтическая химия

- А. Л. Мнджоян*, действ. чл. АН Армянской ССР, *В. Г. Африкян* и *А. А. Дохилян*—Исследование в области производных п-алкоксибензойных кислот. Сообщение X 27

- А. Л. Мнджоян*, действ. чл. АН Армянской ССР, *О. Л. Мнджоян* и *О. Е. Гаспарян*—Исследование в области производных замещенных уксусных кислот. Сообщение VI 33

Физиология растений

- М. Х. Чайлахян*, чл.-корр. АН Армянской ССР—О локализации крахмала и белка в листьях растений в связи с дифференцированным фотопериодическим воздействием 37

Физиология

- Г. Г. Урганджян*—Роль коры больших полушарий головного мозга в компенсаторных приспособлениях после перерезки передней половины спинного мозга у собак 43



МЕХАНИКА

Н. Х. Арутюнян, действ. чл. АН Армянской ССР, и К. С. Чобанян

О кручении призматических стержней, составленных из различных материалов с учетом ползучести

(Представлено 15 IV 1955)

В настоящей работе рассматривается задача о кручении призматического стержня с произвольным поперечным сечением, составленного из двух отдельных призматических тел, спаянных по боковым поверхностям, причем материал одного из них обладает свойством ползучести, а материал другого является упругим.

Пусть D — поперечное сечение стержня состоит из двух областей D_1 и D_2 ($D = D_1 + D_2$). Положим далее, что в области D_1 материал обладает свойством ползучести, а в области D_2 материал упругий.

Поместим начало координат в середине сечения рассматриваемого стержня, направив ось oz параллельно его образующим. Будем рассматривать напряженное состояние и деформацию данного стержня при воздействии двух закручивающих моментов $M_{кр}$, приложенных на его торцах $z = \pm l$ и направленных по оси стержня oz (рис. 1). Заметим, что приведенный здесь метод решения без особых затруднений может быть распространен и на случай, когда число областей, составляющих поперечное сечение данного стержня, больше двух.

Обозначим компоненты тензора напряжения и тензора деформации в областях D_1 и D_2 соответственно через

$$\sigma_x^{(1)}, \dots, \tau_{xy}^{(1)}; \epsilon_x^{(1)}, \dots, \gamma_{xy}^{(1)}; \\ \sigma_x^{(2)}, \dots, \tau_{xy}^{(2)}; \epsilon_x^{(2)}, \dots, \gamma_{xy}^{(2)}$$

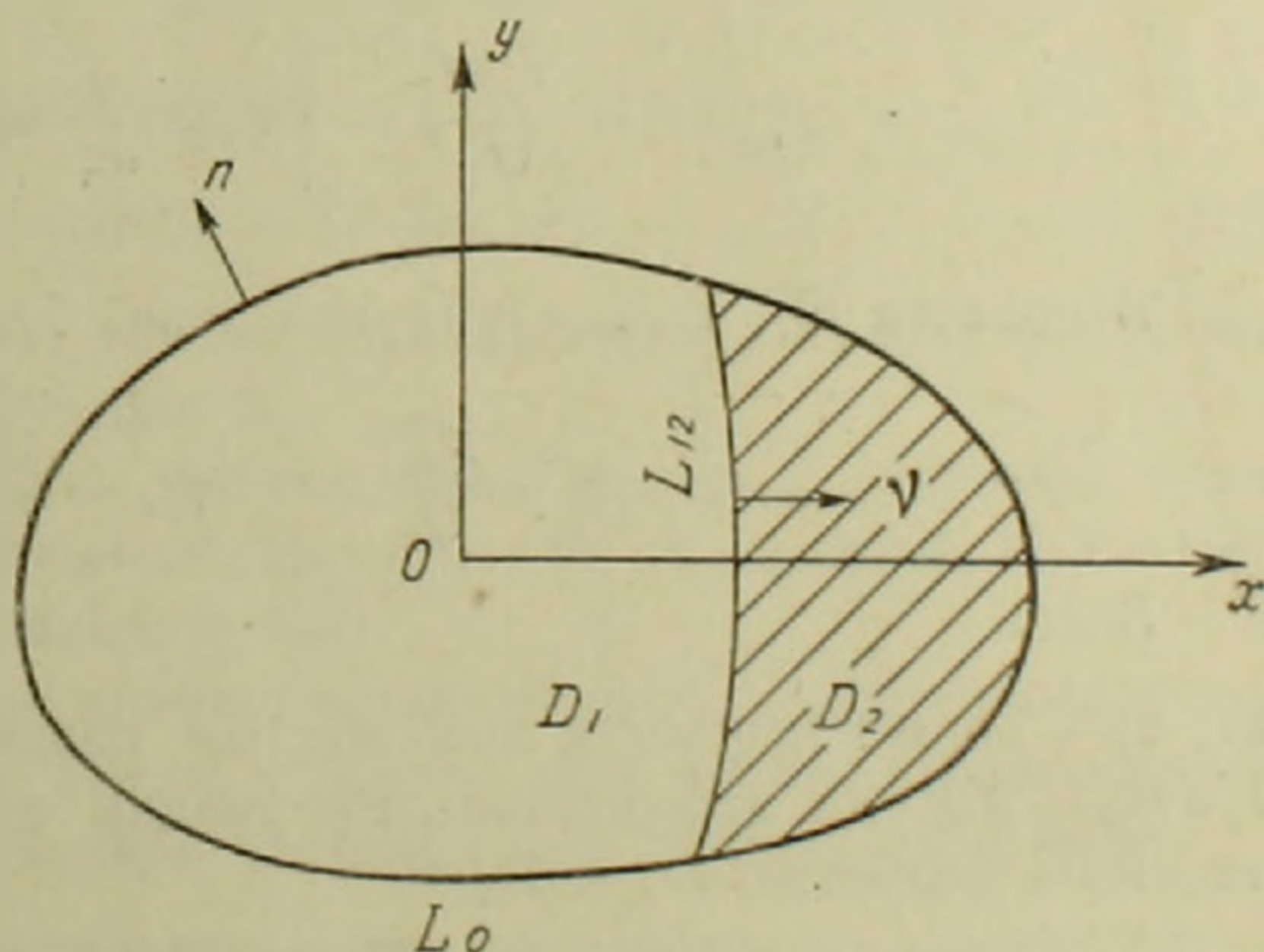


Рис. 1.

Положим далее, как и при кручении однородных стержней, что все компоненты напряжения за исключением $\tau_{xz}^{(i)}$ и $\tau_{yz}^{(i)}$ ($i = 1, 2$) равны нулю.

$$\sigma_x^{(i)} = \sigma_y^{(i)} = \sigma_z^{(i)} = \tau_{xy}^{(i)} = 0, \quad (i = 1, 2). \quad (1)$$

Тогда уравнения равновесия для элемента стержня будут иметь вид:

$$\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} = 0; \quad \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} = 0; \quad \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} = 0, \quad (i = 1, 2). \quad (2)$$

Первые два из этих уравнений показывают, что распределение напряжения не зависит от координаты z , а следовательно, оно одинаково для всех поперечных сечений стержня. Что касается распределения напряжения по сечению, то оно должно быть таким, чтобы удовлетворить третьему из уравнений (2). Это требование может быть удовлетворено введением такой функции напряжений $F_i (i = 1, 2)$, зависящей от x , y и t , что

$$\tau_{xz}^{(1)} = \frac{\partial F_1}{\partial y}, \quad \tau_{yz}^{(1)} = -\frac{\partial F_1}{\partial x}, \quad (3)$$

$$\tau_{xz}^{(2)} = \frac{\partial F_2}{\partial y}, \quad \tau_{yz}^{(2)} = -\frac{\partial F_2}{\partial x},$$

где F_1 и F_2 — значения функций напряжений соответственно в областях D_1 и D_2 .

Связь между компонентами напряжений и деформаций для области D_1 с учетом ползучести материала, как известно⁽¹⁾, может быть выражена в следующем виде:

$$\gamma_{xz}^{(1)}(t) = \frac{\tau_{xz}^{(1)}(t)}{G_1} - \int_{\tau_1}^t \tau_{xz}^{(1)}(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \omega(t, \tau) d\tau, \quad (4)$$

$$\gamma_{yz}^{(1)}(t) = \frac{\tau_{yz}^{(1)}(t)}{G_1} - \int_{\tau_1}^t \tau_{yz}^{(1)}(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \omega(t, \tau) d\tau,$$

В области D_2 , т. е. в упругой зоне, будем иметь

$$\gamma_{xz}^{(2)} = \frac{\tau_{xz}^{(2)}}{G_2}, \quad \gamma_{yz}^{(2)} = \frac{\tau_{yz}^{(2)}}{G_2}. \quad (5)$$

Здесь

$\omega(t, \tau)$ — мера ползучести при чистом сдвиге материала области D_1 , G_1 и G_2 — модули мгновенной деформации сдвига материалов соответственно в областях D_1 и D_2 .

Условия совместности деформаций в данном случае будут иметь вид:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \gamma_{xz}^{(i)}}{\partial y} - \frac{\partial \gamma_{yz}^{(i)}}{\partial x} \right) = 0, \quad \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \gamma_{yz}^{(i)}}{\partial x} - \frac{\partial \gamma_{xz}^{(i)}}{\partial y} \right) = 0, \quad (i = 1, 2). \quad (6)$$

Подставляя в эти уравнения выражения для $\gamma_{xz}^{(i)}$ и $\gamma_{yz}^{(i)}$ ($i = 1, 2$) из (4) и пользуясь соотношениями (2) и (3), находим:

$$\frac{\partial}{\partial y} \Delta F_1 = \int_{\tau_1}^t \frac{\partial}{\partial y} \Delta F_1 \frac{\partial}{\partial \tau} \omega(t, \tau) d\tau, \quad (7)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \Delta F_1 = \int_{\tau_1}^t \frac{\partial}{\partial x} \Delta F_1 \frac{\partial}{\partial \tau} \omega(t, \tau) d\tau,$$

где

$\Delta = \frac{\partial}{\partial x^2} + \frac{\partial}{\partial y^2}$ — есть оператор Лапласа.

Соотношения (7) представляют систему однородных интегральных уравнений Вольтера второго рода с ядром:

$$K(t, \tau) = \frac{\partial}{\partial \tau} \omega(t, \tau),$$

которая, как известно, не имеет решений, отличных от нуля. Поэтому единственными решениями системы этих уравнений будут

$$\frac{\partial}{\partial x} \Delta F_1 = 0, \quad \frac{\partial}{\partial y} \Delta F_1 = 0. \quad (8)$$

Аналогичным путем из соотношений (2), (3) и (5) для F_2 непосредственно получим

$$\frac{\partial}{\partial x} \Delta F_2 = 0, \quad \frac{\partial}{\partial y} \Delta F_2 = 0. \quad (9)$$

Из уравнений (8) и (9) следует

$$\Delta F_i = A_i(t), \quad (i = 1, 2), \quad (10)$$

где $A_i(t)$ — некоторая, пока неизвестная функция в области D_i , которая зависит только от времени t .

Таким образом, функция напряжений $F_i(x, y, t)$, которая была введена при помощи соотношения (3), в каждой из областей D_i ($i = 1, 2$) должна удовлетворять уравнению (10).

Обозначим контур, ограничивающий область поперечного сечения стержня D , через L_0 . Тогда условие, что боковая поверхность стержня свободна от воздействия внешних сил, запишется в виде

$$l\tau_{xz}^{(i)} + m\tau_{yz}^{(i)} = 0, \quad (11)$$

где l и m — направляющие косинусы нормали n к контуру L_0 . При этом

$$l = \cos(n, x) = \frac{dy}{ds}, \quad m = \cos(n, y) = -\frac{dx}{ds}. \quad (12)$$

Пользуясь соотношениями (3) и (12), из условия (11) получим

$$\frac{\partial F_i}{\partial y} \frac{dy}{ds} + \frac{\partial F_i}{\partial x} \frac{dx}{ds} = \frac{\partial F_i}{\partial s} = 0 \quad (13)$$

или, что

$$F_i = \text{const} = C_0 \text{ на контуре } L_0, \quad (14)$$

где C_0 — постоянная интегрирования.

Если обозначить через L_{12} линию раздела областей D_1 и D_2 , то условия равновесия бесконечно малого элемента, находящегося в окрестности L_{12} , запишутся в виде

$$l_1 \tau_{xz}^{(1)} + m_1 \tau_{yz}^{(1)} = l_1 \tau_{xz}^{(2)} + m_1 \tau_{yz}^{(2)}, \quad (15)$$

где l_1 и m_1 — направляющие косинусы нормали ν к линии раздела L_{12} .

Подставляя значения $\tau_{xz}^{(1)}$, $\tau_{yz}^{(1)}$, $\tau_{xz}^{(2)}$ и $\tau_{yz}^{(2)}$ из (3) в (15) и замечая, что на линии раздела L_{12}

$$l_1 = \cos(\nu, x) = \frac{dy}{ds}, \quad m_1 = \cos(\nu, y) = -\frac{dx}{ds},$$

получим

$$\frac{\partial F_1}{\partial s} = \frac{\partial F_2}{\partial s} \quad (16)$$

или

$$F_1 = F_2 + C_{12} \text{ на линии раздела } L_{12}. \quad (17)$$

где C_{12} — некоторая произвольная постоянная.

Как было показано в работе (2), величины произвольных постоянных C_0 и C_{12} без нарушения общности могут быть приняты равными нулю.

Тогда вместо условий (14) и (17) окончательно получим

$$F_i = 0 \text{ на } L_0, \quad (i = 1, 2), \quad (18)$$

$$F_1 = F_2 \text{ на } L_{12}. \quad (19)$$

Обозначим через u_i , v_i и w_i перемещения в соответствующих областях D_i ($i = 1, 2$). Тогда для составляющих деформаций будем иметь:

$$\gamma_{xz}^{(i)} = \frac{\partial u_i}{\partial z} + \frac{\partial w_i}{\partial x}; \quad \gamma_{yz}^{(i)} = \frac{\partial v_i}{\partial z} + \frac{\partial w_i}{\partial y}. \quad (20)$$

Подставляя значения $\gamma_{xz}^{(i)}$ и $\gamma_{yz}^{(i)}$ из выражений (4) и (5) в (20), получим:

$$\frac{\partial w_1}{\partial x} = \frac{\tau_{xz}^{(1)}}{G_1} - \int_{\tau_1}^t \tau_{xz}^{(1)}(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \omega(t, \tau) d\tau - \frac{\partial u_1}{\partial z}, \quad (21)$$

$$\frac{\partial w_1}{\partial y} = \frac{\tau_{yz}^{(1)}}{G_1} - \int_{\tau_1}^t \tau_{yz}^{(1)}(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \omega(t, \tau) d\tau - \frac{\partial v_1}{\partial z}, \quad (21)$$

$$\frac{\partial w_2}{\partial x} = \frac{\tau_{xz}^{(2)}}{G_2} - \frac{\partial u_2}{\partial z}; \quad \frac{\partial w_2}{\partial y} = \frac{\tau_{yz}^{(2)}}{G_2} - \frac{\partial v_2}{\partial z}. \quad (22)$$

Умножая первые уравнения (21) и (22) на $\frac{dx}{ds}$, а вторые уравнения на $\frac{dy}{ds}$ и пользуясь для $\tau_{xz}^{(i)}$ и $\tau_{yz}^{(i)}$ ($i = 1, 2$) выражениями (3), находим

$$\begin{aligned} \frac{\partial w_1}{\partial s} &= -\frac{1}{G_1} \frac{\partial F_1}{\partial v} + \int_{\tau_1}^t \frac{\partial F_1}{\partial v} \frac{\partial}{\partial \tau} \omega(t, \tau) d\tau - \frac{\partial u_1}{\partial z} \frac{dy}{ds} - \frac{\partial v_1}{\partial z} \frac{dx}{ds}, \\ \frac{\partial w_2}{\partial s} &= -\frac{1}{G_2} \frac{\partial F_2}{\partial v} - \frac{\partial u_2}{\partial z} \frac{dy}{ds} - \frac{\partial v_2}{\partial z} \frac{dx}{ds}. \end{aligned} \quad (23)$$

Так как перемещения в направлении оси стержня w , а также двучленные выражения в (23), содержащие производные от переменных u и v , должны быть непрерывны по линии раздела L_{12} , то в силу этого из (23) непосредственно следует

$$\frac{1}{G_2} \frac{\partial F_2}{\partial v} = \frac{1}{G_1} \frac{\partial F_1}{\partial v} - \int_{\tau_1}^t \frac{\partial F_1}{\partial v} \frac{\partial}{\partial \tau} \omega(t, \tau) d\tau. \quad (24)$$

Продифференцировав первые уравнения (21) и (22) по y , а вторые по x , находим, что правые части полученных соотношений должны быть равны. Заменяя в них значения $\tau_{xz}^{(i)}$ и $\tau_{yz}^{(i)}$ ($i = 1, 2$) их соответствующими выражениями из (3), получим:

$$\frac{1}{G_1} \Delta F_1 - \int_{\tau_1}^t \Delta F_1 \frac{\partial}{\partial \tau} \omega(t, \tau) d\tau = -\frac{\partial^2 v_1}{\partial x \partial z} + \frac{\partial^2 u_1}{\partial y \partial z}, \quad (25)$$

$$\frac{1}{G_2} \Delta F_2 = -\frac{\partial^2 v_2}{\partial x \partial z} + \frac{\partial^2 u_2}{\partial y \partial z}. \quad (26)$$

Но, согласно (10), имеем:

$$\Delta F_i = A_i(t), \quad (i = 1, 2), \quad (27)$$

Тогда соотношения (25) и (26) можно записать в следующей форме:

$$A_1(t) - G_1 \int_{\tau_1}^t A_1(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \omega(t, \tau) d\tau = G_1 \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial u_1}{\partial y} - \frac{\partial v_1}{\partial x} \right), \quad (28)$$

$$A_2(t) = G_2 \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial u_2}{\partial y} - \frac{\partial v_2}{\partial x} \right). \quad (29)$$

Пользуясь понятием о среднем вращении элемента в данной точке стержня Ω_i , которое определяется, как известно ⁽³⁾, зависимостью

$$2\Omega_i = \frac{\partial v_i}{\partial x} - \frac{\partial u_i}{\partial y}, \quad (i = 1, 2), \quad (30)$$

придадим соотношениям (28) и (29) следующий вид:

$$A_1(t) - G_1 \int_{\tau_1}^t A_1(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \omega(t, \tau) d\tau = -2G_1 \frac{\partial \Omega_1}{\partial z}, \quad (31)$$

$$A_2(t) = -2G_2 \frac{\partial \Omega_2}{\partial z}. \quad (32)$$

Из соотношений (31) и (32) следует, что величины $\frac{\partial}{\partial z} \Omega_1$ и $\frac{\partial}{\partial z} \Omega_2$ не зависят от координат x , y и z , т. е. производные от углов поворота по z в каждой из областей D_i ($i = 1, 2$) зависят только от времени t . Но вдоль линии раздела L_{12} имеем полное защемление, следовательно повороты областей D_1 и D_2 должны быть одинаковыми:

$$\frac{\partial \Omega_1}{\partial z} = \frac{\partial \Omega_2}{\partial z} = \theta(t), \quad (33)$$

где $\theta(t)$ — угол скручивания на единицу длины стержня, зависящий только от времени t .

Тогда в силу (33) соотношения (31) и (32) примут вид:

$$A_1(t) - G_1 \int_{\tau_1}^t A_1(\tau) \frac{\partial}{\partial \tau} \omega(t, \tau) d\tau = -2G_1 \theta(t), \quad (34)$$

$$A_2 = -2G_2 \theta(t). \quad (35)$$

Для определения $\theta(t)$ воспользуемся условием равновесия для той части скручиваемого стержня, которая находится между торцовым и произвольным сечениями. Будем иметь:

$$M_{кр} = 2 \int_{D_1} F_1(x, y, t) dx dy + 2 \int_{D_2} F_2(x, y, t) dx dy. \quad (36)$$

Таким образом, задача о кручении призматического стержня, составленного из различных материалов, с учетом ползучести, свелась к определению непрерывной в области поперечного сечения стержня D функции напряжений $F_i(x, y, t)$, удовлетворяющей в соответствующих областях D_i ($i = 1, 2$) дифференциальному уравнению (10), кон-

турному условию (18) и условиям разрыва (24) ее нормальной производной на линии раздела L_{12} . При этом значения функций $A_1(t)$, $A_2(t)$ и $\theta(t)$ определяются из соотношений (34), (35) и (36).

Приложение полученных результатов к решению конкретных задач по кручению неоднородных стержней с учетом ползучести составляет содержание следующего сообщения.

Сектор математики и механики
Академии наук Армянской ССР

Ն. Խ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ ԵՎ Կ. Ս. ԶՈՐԱՆՅԱՆ

**Ցարբեր նյութերից կազմված պրիզմաձև ձողերի ոլորման մասին՝
սողքի հաշվառումով**

Ներկա աշխատանքում քննարկվում է կողմնային մակերևութներով իրար հետ զոդված նրկու տարրեր պրիզմաձև մարմիններից կազմված կամայական ընդլայնական կտրվածք ունեցող ձողի ոլորման խնդիրը, երբ ձողի հատվածքի D_1 տիրույթում նյութը օժտված է սողքի հատկությամբ, իսկ D_2 տիրույթում՝ առաձգական է:

Քննարկվող խնդրի լուծումը բերվում է ձողի ընդլայնական կտրվածքի $D=D_1+D_2$ տիրույթում անընդհատ լարվածությունների $F(x, y, t)$ ֆունկցիայի որոշմանը, որը բավարարում է D_1 և D_2 տիրույթներից յուրաքանչյուրում (10) հավասարմանը, (18) եզրային պայմանին և նորմալ ածանցյալի թռիչքի (24) պայմանին D_1 և D_2 տիրույթների բաժանման գծի վրա, ընդ որում $A_1(t)$, $A_2(t)$ և $\theta(t)$ ֆունկցիաները որոշում են (34), (35) և (36) հավասարումներից:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Н. Х. Арутюнян, Некоторые вопросы теории ползучести. Гостехиздат, М.-Л., 1952. ² К. С. Чобанян, «Известия» АН АрмССР, № 2, т. VIII (1955), серия физ.-мат., естеств. и техн. наук. ³ С. П. Тимошенко, Теория упругости, 1937.

ФИЗИКА

Н. М. Кочарян и Г. С. Саакян

Генерация мезонов и электронов в нижних слоях атмосферы

(Представлено А. Л. Шагиняном 25 I 1955)

Вопрос спектра рождения π и μ -мезонов нуклонами на различных глубинах атмосферы был обстоятельно исследован в работе Гарибяна и Гольдмана (¹), а также в работе Сандса (²). В настоящей заметке, исходя из наших измерений спектра μ -мезонов на высоте 3200 м над уровнем моря (³) и используя данные других авторов относительно спектра μ -мезонов на уровне моря и высотного хода интенсивности μ -мезонов (⁴), вычисляется энергия, передаваемая нуклонной компонентой на образование π -мезонов в слое воздуха между высотой 3200 м и уровнем моря.

Пусть $N(E, s)$ — дифференциальный спектр энергии вертикального потока μ -мезонов на глубине s , $n(E_0, s)$ — вертикальная интенсивность μ -мезонов с энергией $E \geq E_0 = 0.215$ BeV на глубине s , $\tau_0 = 2,15 \cdot 10^{-6}$ сек. — время жизни покоящегося μ -мезона и $\beta \approx 2 \text{ MeV} \left(\frac{2}{\text{см}^2} \right)^{-1}$ — ионизационные потери энергии релятивистских частиц на 1 г/см² пути воздуха. Из закона сохранения энергии имеем:

$$\int_{E_0}^{\infty} EN(E, s_2) dE - \int_{E_0}^{\infty} EN(E, s_1) dE + \frac{Hm_{\mu}c}{\tau_0} \int_{s_1}^{s_2} n(E_0, s) \frac{ds}{s} + \\ + \beta \int_{s_1}^{s_2} n(E_0, s) ds = \varepsilon_{\mu}. \quad (1)$$

где $\int_{E_0}^{\infty} EN(E, s) dE$ — поток энергии μ -мезонов на глубине s , $s_1 = 705 \text{ г/см}^2$ и $s_2 = 1030 \text{ г/см}^2$, $\beta \int_{s_1}^{s_2} n(E_0, s) ds$ — ионизационные потери

энергии потока μ -мезонов между высотой 3200 м и уровнем моря;

$H = 8 \cdot 10^5$ см — высота однородной атмосферы; $\frac{Hm_\mu c}{\tau_0} \int_{s_1}^{s_2} n(E_0, s) \frac{ds}{s}$ — по-

ток энергии распадающихся μ -мезонов между глубинами s_1 и s_2 и, наконец, ϵ_μ — дополнительный поток энергии μ -мезонов, рождающихся при распаде $\pi^\pm$ -мезонов, образованных в результате ядерных столкновений нуклонов в рассмотренном слое атмосферы.

При расчете третьего и четвертого интегралов мы исходили из интенсивности жесткой компоненты с ионизационными пробегами $R \geq 167$ г/см² ($E = 0,215$ BeV), приведенной в работе (4). Однако для получения функции $n(E_0, s)$ были внесены две поправки. Первая поправка учитывала фон протонов в жесткой компоненте. Этот фон был вычислен исходя из отношения чисел протонов и μ -мезонов на высоте 3200 м, приведенного в работе (3), и предполагалось, что интенсивность протонов с глубиной меняется пропорционально $\exp\left(-\frac{s-s_1}{125}\right)$.

Вторая поправка была введена для учета влияния широтного эффекта на интенсивность μ -мезонов. Эта поправка вычислялась приблизительно следующим образом. По нашим измерениям интенсивность вертикального потока μ -мезонов с $E \geq 0,215$ BeV после вычета фона протонов равна $n(E_0, 705) = 0,0142$ см² сек⁻¹ стерад⁻¹, тогда как по данным Росси после вычета фона протонов $n(E_0, 705) = 0,0149$ см² сек⁻¹ стерад⁻¹. Таким образом, разница в этих интенсивностях составляет примерно $\Delta = 0,0007$. Далее предполагалось, что интенсивность μ -мезонов на уровне моря не зависит от геомагнитной широты и, что Δ с глубиной убывает линейно, стремясь к нулю при $s = 1030$ г/см². В табл. 1 приведен высотный ход интенсивности вертикального потока μ -мезонов с энергией $E \geq 0,215$ BeV ($R \geq 167$ г/см² Pb), после внесения вышеуказанных поправок.

Таблица 1

Высотный ход интенсивности вертикального потока μ -мезонов с энергией $E \geq 0,215$ BeV для геомагнитной широты 35°

s г/см ²	$n(E, s)$	s г/см ²	$n(E, s)$	s г/см ²	$n(E, s)$
705	0,0142	825	0,0114	945	0,0093
725	0,0136	845	0,0110	965	0,0091
745	0,0130	865	0,0107	985	0,0087
765	0,0125	885	0,0103	1005	0,0086
785	0,0122	905	0,0099	1030	0,0084
805	0,0116	925	0,0095		

После вычисления входящих в (1) интегралов получим:

$$\int_{E_0}^{\infty} E N(E, s) dE = 0,0340 \text{ BeV } \text{см}^{-2} \text{сек}^{-1} \text{стерад}^{-1},$$

$$\int_{E_0}^{\infty} N(E, s_2) E dE = 0,0229 \text{ BeV } \text{см}^{-2} \text{сек}^{-1} \text{стерад}^{-1},$$

(2)

$$\frac{H m_{\mu} c}{\tau_0} \int_{s_1}^{s_2} n(E_0, s) \frac{ds}{s} = 0,0054 \text{ BeV } \text{см}^{-2} \text{сек}^{-1} \text{стерад}^{-1},$$

$$\beta \int_{s_1}^{s_2} n(E_0, s) ds = 0,0069 \text{ BeV } \text{см}^{-2} \text{сек}^{-1} \text{стерад}^{-1}.$$

Подставляя значения интегралов (2) в уравнение (1), получим:

$$\varepsilon_{\mu} = 0,0012 \text{ BeV } \text{см}^{-2} \text{сек}^{-1} \text{стерад}^{-1}. \quad (3)$$

Таким образом, между высотой 3200 м и уровнем моря вертикальный поток энергии μ -мезонов теряет на распад и ионизационные потери $0,0123 \text{ BeV } \text{см}^{-2} \text{сек}^{-1} \text{стерад}^{-1}$, в то время как этот поток пополняется на величину, в десять раз меньшую приведенной.

Теперь вычислим энергию, расходуемую потоком нуклонов на образование мягкой (т. е. электронно-фотонной) компоненты космического излучения между высотами 3200 метров н. уровнем моря. Для этого сперва определим общую энергию $\pi^{\pm}$ -мезонов, образованных в слое $s_1 \leq s \leq s_2$.

Считая, что угловое распределение μ -мезонов и нейтрино в системе покоя распадающегося π -мезона является изотропным, получаем:

$$E_{\mu} = \frac{m_{\pi}^2 + m_{\mu}^2}{m_{\pi}^2 - m_{\mu}^2} E_{\nu}, \quad (4)$$

где m_{π} — масса $\pi^{\pm}$ -мезонов, E_{μ} и E_{ν} — энергии, уносимые μ -мезоном и нейтрино в лабораторной системе координат. Отсюда находим, что энергия распадающегося π -мезона равна

$$E_{\pi} = \frac{2m_{\pi}^2}{m_{\pi}^2 + m_{\mu}^2} E_{\mu} \approx 1,27 E_{\mu}. \quad (4')$$

Отсюда, имея в виду формулу (4') для полной энергии π -мезонов, образованных в слое $705 \leq s \leq 1030 \text{ г/см}^2$, имеем:

$$\varepsilon_{\pi^{\pm}} = 1,27 \varepsilon_{\mu} \approx 0,0015 \text{ BeV } \text{см}^{-2} \text{сек}^{-1} \text{стерад}^{-1}. \quad (5)$$

Предполагая, что на образование нейтральных π -мезонов расходуется в два раза меньше энергии, чем на образование заряженных π -мезонов, из (5) находим

$$\varepsilon_{\pi^0} \approx 0,0008 \text{ BeV } \text{см}^{-2} \text{сек}^{-1} \text{стерад}^{-1}. \quad (6)$$

Эта энергия представляет собой как раз ту энергию, которая передается нуклонами через π^0 -мезоны на образование электронно-фотонной компоненты между высотой 3200 м и уровнем моря.

Из (2) имеем, что на распад μ -мезонов в слое $705 \leq s \leq 1030 \text{ г/см}^2$ расходуется энергия $0,0054 \text{ BeV см}^{-2}\text{сек}^{-1}\text{стерад}^{-1}$. $2/3$ этой энергии уносят нейтрино. Следовательно, за счет распада μ -мезонов с энергией $E \geq 0,215 \text{ BeV}$ в рассмотренном слое электронно-фотонной компоненты передается энергия

$$\varepsilon_e = 0,0018 \text{ BeV см}^{-2}\text{сек}^{-1}\text{стерад}^{-1}. \quad (7)$$

По сравнению с этой энергией вклад быстрых δ -электронов в электронно-фотонную компоненту будет мал. Нетрудно показать, что поток энергии от δ -электронов будет около $0,0004 \text{ BeV см}^{-2}\text{сек}^{-1}\text{стерад}^{-1}$. Таким образом, поток энергии мягкой компоненты за счет распада и δ -процессов от μ -мезонов составит $0,0022 \text{ BeV см}^{-2}\text{сек}^{-1}\text{стерад}^{-1}$. Сравнивая эту величину с (6), видим, что примерно 30% электронов, образованных в атмосфере ниже высоты 3200 м, рождаются в ядерных столкновениях нуклонов в рассмотренном слое воздуха, а остальные 70% рождаются за счет распада μ -мезонов.

Авторы выражают благодарность С. Н. Вернову и Н. П. Григорову за ценное обсуждение работы.

Институт физики
Академии наук Армянской ССР

Ն. Մ. ՔՈՉԱՐՅԱՆ ԵՎ Գ. Ա. ՍԱՀԱԿՅԱՆ

Մեզոնների եւ էլեկտրոնների առաջացումը մթնոլորտի ստորին շերտերում

Աշխատանքում հաշված է էներգիայի այն հոսքը, որ ծախսվում է նուկլոնային կոմպոնենտի կազմից, ծովի մակարդակի և 3200 մ բարձրության միջև ընկած օդի շերտում, π -մեզոններ ստեղծելու վրա:

Ցույց է տրված, որ այդ շերտում առաջացած $0,275 \text{ BeV}$ -ից ավելի էներգիա ունեցող լիցքավորված π -մեզոնների լրիվ էներգիայի հոսքը մոտավորապես հավասար է $0,0015 \text{ BeV. սմ}^{-2} \text{ վրկ}^{-1} \text{ ստերադ}^{-1}$: Ենթադրելով, որ չեզոք π -մեզոնների առաջացման վրա ծախսվում է երկու անգամ պակաս էներգիա, այստեղից ստանում ենք, որ նույն շերտում առաջացած և նույն էներգիա ունեցող չեզոք π -մեզոնների լրիվ էներգիայի հոսքը մոտավորապես կազմում է $0,0008 \text{ BeV. սմ}^{-2} \text{ վրկ}^{-1} \text{ ստերադ}^{-1}$: $0,215 \text{ BeV}$ -ից ավելի էներգիա ունեցող μ -մեզոնների տրոհման շնորհիվ առաջացած էլեկտրոնա-ֆոտոնային կոմպոնենտի էներգիայի հոսքը հավասար է $0,0018 \text{ BeV. սմ}^{-2} \text{ վրկ}^{-1} \text{ ստերադ}^{-1}$: Վերջին երկու թվերի համեմատությունից հետևում է, որ 3200 մ բարձրությունից դաժը գտնվող օդի շերտում առաջացած էլեկտրոնները մոտավորապես 30% ծնվում են այդ շերտում տեղի ունեցող միջուկային բախումներում դոյացած չեզոք π -մեզոնների տրոհման շնորհիվ, իսկ մնացած 70% ստեղծվում են μ -մեզոնների տրոհման հետևանքով:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱՎԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Г. М. Гарибян и И. И. Гольдман, ЖЭТФ, 26, 257, 1954. ² М. Сандс, Phys. Rev, 77, 180, 1950. ³ Н. М. Кочарян, М. Т. Айвазян и З. А. Киракосян, А. С. Алексанян, ДАН АрмССР, XX, 5 (1955). ⁴ Б. Росси, Rev. Mod. Phys., 20, 537, 1948.

ДИНАМИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

А. М. Мхитарян

Учет вертикального турбулентного перемешивания в распределении давления на уровне моря

(Представлено Н. Х. Арутюняном 12 XII 1954)

В работе ⁽¹⁾ Е. Н. Блиновой дан рациональный способ определения осредненного за большой промежуток времени планетарного поля давления по заданному полю температуры. Уравнение Фридмана было спроектировано автором на вертикальную ось, упрощено за счет пренебрежения членами с вертикальной скоростью и применено для определения поля давления на среднем уровне.

В работе ⁽²⁾ Е. Н. Блинова дает решение той же задачи с учетом членов с вертикальной скоростью. В обеих работах атмосфера рассматривается бароклиной идеальной средой. Понятно, однако, что существующий в атмосфере планетарный пограничный слой, или слой трения, оказывает известное влияние на образование высотных и наземных барических полей и поэтому в настоящей статье мы поставили целью произвести учет этого влияния.

Систему координат примем сферическую; землю считаем шаром радиуса a .

Кроме того, считаем, что движение атмосферы состоит из основного зонального потока в виде:

$$\bar{v}_\lambda(\theta, z) = a\alpha(z) \sin\theta, \quad (1)$$

$$\bar{p}(\theta, z) = p_{00}(z) + a^2\omega\alpha(z) \rho(z) \sin^2\theta, \quad (2)$$

z — высота над поверхностью земли, θ — дополнение широты, λ долгота места, ω и α угловые скорости вращения Земли и основного зонального потока. Через p , ρ , T обозначаются давление, плотность и температура воздуха, v_θ , v_λ , v_z — составляющие скорости по осям координат, $p_{00}(z)$ — давление на полюсе и возмущений зональной циркуляции, причем элементы возмущений считаются малыми. Температура представляется в виде:

$$T = T_0(z) + M(z) \sin^2\theta + T'(\theta, \lambda, z). \quad (3)$$

$T_0(z)$ — температура на полюсе, $M(z)$ — перепад температуры от экватора к полюсу. Рассматриваем стационарное решение.

Уравнение неразрывности позволяет приближенно вводить во всех уровнях (кроме, конечно, пограничного слоя) функцию тока $\Psi(\theta, \lambda, z)$. Представляя последнюю в виде:

$$\Psi(\theta, \lambda, z) = \bar{\psi}(\theta, z) + \psi(\theta, \lambda, z), \quad (4)$$

легко убедиться, что незональные отклонения составляющих скорости связаны с ψ формулами:

$$v_\theta(\theta, \lambda, z) = -\frac{1}{a \sin \theta} \frac{\partial \psi}{\partial \lambda}, \quad v_\lambda(\theta, \lambda, z) = \frac{1}{a} \frac{\partial \psi}{\partial \theta}. \quad (5)$$

Проектируя уравнение Фридмана (с учетом сил Кориолиса и турбулентного трения по вертикали) на вертикальную ось, получим:

$$\alpha \frac{\partial \Delta \psi}{\partial \lambda} + 2\omega \frac{\partial \psi}{\partial \lambda} - \frac{2a^2 \omega \cos \theta}{\rho} \frac{\partial \rho v_z}{\partial z} = \frac{2a^2 \alpha \omega \cos \theta}{\bar{T}} \frac{\partial T'}{\partial \lambda} + \nu a^2 \frac{\partial^2 \Omega_z}{\partial z^2}. \quad (6)$$

Здесь
$$\Omega_z = \frac{1}{\sin \theta} \left[\frac{\partial}{\partial \theta} (v_\lambda \sin \theta) - \frac{\partial v_\theta}{\partial \lambda} \right], \quad (7)$$

$\bar{T}(z)$ — стандартная температура, ν — кинематический коэффициент вертикального турбулентного перемешивания, принятый постоянным.

$$\Delta \psi = \frac{1}{\sin \theta} \left[\frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial \psi}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial^2 \psi}{\partial \lambda^2} \right]. \quad (8)$$

Помножим обе части равенства (6) на ρ и проинтегрируем по z от 0 до ∞ , получим:

$$\int_0^\infty \left[\alpha \frac{\partial \Delta \psi}{\partial \lambda} + 2\omega \frac{\partial \psi}{\partial \lambda} \right] \rho dz = 2a^2 \omega \int_0^\infty \frac{\partial \tau_1}{\partial \lambda} \alpha \bar{T} \rho dz + \nu \rho_{\text{ср}} a^2 \left(\frac{\partial \Omega_z}{\partial z} \right) \Big|_0^\infty. \quad (9)$$

Интеграл от последнего члена слева обращается в нуль, так как $v_z = 0$ при $z = 0$ и $\rho v_z = 0$ при $z \rightarrow \infty$

$$\tau_1 = \frac{T'(\theta, \lambda, z) \cdot \cos \theta}{[\bar{T}(z)]^2}. \quad (10)$$

Чтобы выполнить квадратуры в левой части (9), напомним барометрическую формулу:

$$P(\theta, \lambda, z) = P_0(\theta, \lambda) \exp \left[-\frac{g}{R} \int_0^z \frac{dz}{\bar{T}(\theta, \lambda, z)} \right]$$

и линеаризируем ее:

$$\frac{p}{\bar{p}} = \frac{p_0}{\bar{p}_0} + \frac{g}{R} \int_0^z \frac{T'(\theta, \lambda, z) dz}{[\bar{T}(z)]^2}. \quad (11)$$

Здесь p и p_0 стандартные давления на высоте и на уровне моря, R — газовая постоянная.

Уравнение движения по оси λ , написанное для свободной атмосферы, позволяет установить следующее приближенное соотношение:

$$p \cong 2\omega p \cos\theta \psi. \quad (12)$$

Подставляя (12) в (11) и пользуясь уравнением состояния, получим:

$$\psi = \frac{RT}{2\omega} \left[\varphi + \frac{g}{R} \int_0^z \tau_2 dz \right], \quad (13)$$

где
$$\varphi(\theta, \lambda) = \frac{p_0(\theta, \lambda)}{\tilde{P}_0 \cos\theta}, \quad \tau_2 = \frac{T'(\theta, \lambda, z)}{\cos\theta \left| \tilde{T}(z) \right|^2}. \quad (14)$$

Подстановка (13) в (9) дает:

$$\alpha_1 \frac{\partial \Delta \varphi}{\partial \lambda} + 2\omega \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda} = \frac{2\omega \nu a^2 \rho_{cp}}{R \int_0^\infty \tilde{T} \rho dz} \left(\frac{\partial \Omega_z}{\partial z} \right) \Big|_0^\infty + F(\theta, \lambda), \quad (15)$$

$$\alpha_1 = \frac{\int_0^\infty \alpha \tilde{T} dz}{\int_0^\infty \tilde{T} \rho dz}; \quad F(\theta, \lambda) = \frac{-g}{R \int_0^\infty \tilde{T} \rho dz} \cdot \int_0^\infty \left\{ \alpha \int_0^z \frac{\partial \Delta \tau_2}{\partial \lambda} dz + \right. \\ \left. + 2\omega \int_0^z \frac{\partial \tau_2}{\partial \lambda} dz - \frac{4a^2 \omega^2 \alpha}{g} \frac{\partial \tau_1}{\partial \lambda} \right\} \tilde{T} \rho dz. \quad (16)$$

Из уравнения (15) определяется $\varphi(\theta, \lambda)$, а из (14) $p_0(\theta, \lambda)$; остается лишь вычислить первый член справа.

Чтобы вычислить член, учитывающий вертикальное перемешивание, заметим, что на большом расстоянии от Земли влияние турбулентной вязкости исчезает, т. е. $\frac{\partial \Omega_z}{\partial z} \Big|_{z \rightarrow \infty} = 0$. Остается вычислить $\frac{\partial \Omega_z}{\partial z} \Big|_{z=0}$.

Для вычисления последнего необходимо иметь составляющие скорости в приземном слое, для определения которых воспользуемся уравнениями Кочина⁽³⁾. В нашем случае имеем:

$$\rho \nu \frac{\partial^2 v_0}{\partial z^2} + 2\omega \rho \cos\theta v_\lambda = \frac{1}{a} \frac{\partial p}{\partial \theta}, \\ \rho \nu \frac{\partial^2 v_\lambda}{\partial z^2} - 2\omega \rho \cos\theta v_0 = \frac{1}{a \sin\theta} \frac{\partial p}{\partial \lambda}. \quad (17)$$



Так как нас интересуют скорости в непосредственной близости от Земли, то мы в этом тонком слое можем считать градиент давления не зависящим от высоты. Кроме того, между полем давления и полем функции тока существует приближенное соотношение (12) вне этого слоя. Тогда, обозначая через ψ_0 значение ψ на верхней границе слоя грення, мы можем считать, что:

$$\frac{1}{a} \frac{\partial p}{\partial \theta} \approx \frac{2\omega p \cos \theta}{a} \frac{\partial \psi_0}{\partial \theta}, \quad \frac{1}{a \sin \theta} \frac{\partial p}{\partial \lambda} \approx \frac{2\omega p \cos \theta}{a \sin \theta} \frac{\partial \psi_0}{\partial \lambda},$$

и наша система (17) будет с правой частью, не зависящей от z . Тогда, при граничных условиях—прилипание на земле и ограниченность скорости на бесконечности, получим:

$$v_\theta = - \frac{1}{a \sin \theta} \frac{\partial \psi_0}{\partial \lambda} [1 - e^{-kz} \cos kz] - \frac{1}{a} \frac{\partial \psi_0}{\partial \theta} e^{-kz} \sin kz, \quad (18)$$

$$v_\lambda = \frac{1}{a} \frac{\partial \psi_0}{\partial \theta} [1 - e^{-kz} \cos kz] - \frac{1}{a \sin \theta} \frac{\partial \psi_0}{\partial \lambda} e^{-kz} \sin kz,$$

где
$$k = \sqrt{\frac{\omega \cos \theta}{\nu}}. \quad (19)$$

Вставляя (18) в (7), получим:

$$\frac{\partial \Omega_z}{\partial z} \Big|_{z=0} = \frac{1}{a^2} \sqrt{\frac{\omega \cos \theta}{\nu}} \Delta \psi_0, \quad (20)$$

или, воспользуясь (12) и (14), получим:

$$\frac{\partial \Omega_z}{\partial z} \Big|_{z=0} = \frac{1}{a^2} \sqrt{\frac{\omega \cos \theta}{\nu}} \frac{\bar{P}_0}{2\omega p_0} \Delta \varphi. \quad (21)$$

Подстановка (21) в (15) приводит к окончательному уравнению нашей задачи:

$$a_1 \frac{\partial \Delta \varphi}{\partial \lambda} + 2\omega \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda} + c \Delta \varphi = F(\theta, \lambda). \quad (22)$$

Здесь
$$c = \frac{\bar{T}_0 \rho_{\text{ср}}}{\int_0^\infty \bar{T} \rho dz} \sqrt{\omega \nu \cos \theta}. \quad (23)$$

Полученное уравнение линейное относительно неизвестной функции $\varphi(\theta, \lambda)$ (правая часть известная функция своих аргументов, так как во всей задаче мы считаем температуру известной), один из коэффициентов переменный. Желая получить простые количественные оценки, мы в дальнейшем будем, ради простоты, считать, что $\sqrt{\nu \cos \theta} \approx \text{const}$. Ясно тогда, что и $c = \text{const}$. Последний член слева в (22) учитывает тот суммарный эффект, который оказывает планетарный

пограничный слой (вертикальный турбулентный обмен воздушных масс) на образование наземных барических полей.

Решение уравнения (22) мы будем искать в виде ряда по шаровым функциям.

Пусть нам известно разложение:

$$F(\theta, \lambda) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^n (F_n^m \cos m\lambda + F_n'^m \sin m\lambda) P_n^m(\cos \theta). \quad (24)$$

$F_n^m, F_n'^m$ — известные постоянные, $P_n^m(\cos \theta)$ — присоединенные полиномы Лежандра. Ищем решение для φ в таком же виде:

$$\varphi(\theta, \lambda) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^n (\varphi_n^m \cos m\lambda + \varphi_n'^m \sin m\lambda) P_n^m(\cos \theta), \quad (25)$$

тогда:

$$\varphi_n^m = \frac{m[\alpha_1 n(n+1) - 2\omega] F_n'^m - cn(n+1) F_n^m}{m^2[\alpha_1 n(n+1) - 2\omega]^2 + [cn(n+1)]^2}, \quad (26)$$

$$\varphi_n'^m = \frac{-m[\alpha_1 n(n+1) - 2\omega] F_n^m - cn(n+1) F_n'^m}{m^2[\alpha_1 n(n+1) - 2\omega]^2 + [cn(n+1)]^2}.$$

В случае отсутствия трения $\nu = 0$ ($c = 0$) получим:

$$\varphi_n^m = \frac{F_n'^m}{m[\alpha_1 n(n+1) - 2\omega]}, \quad (27)$$

$$\varphi_n'^m = - \frac{F_n^m}{m[\alpha_1 n(n+1) - 2\omega]}.$$

Эти выражения получены Е. Н. Блиновой ⁽²⁾.

Знаменатели в последних выражениях при известных значениях чисел m и n могут обращаться в нуль, это означает, что при некоторых длинах волн решение (27) перестает существовать. В случае же, когда учитывается трение ($c \neq 0$), как показывает (26), явления резонанса не будет. Наоборот, за счет трения происходит диссипация энергии, следовательно возмущения затухают.

Водно-энергетический институт
Академии наук Армянской ССР

Ա. Մ. ՄԽԻԹԱՐՅԱՆ

Ուղղաձիգ տուրբուլենտ շփման ազդեցությունը ծովի մակարդակին
մթնոլորտի ճնշման բաշխման վրա

Հենվելով ⁽²⁾ աշխատանքի վրա, որում բերվում է ծովի մակարդակի վրա ճնշման
բաշխման խնդրի լուծումը իդեալական բարակ շերտի մթնոլորտի համար, մենք այս աշ-
խատանքում հաշվի ենք առնում պլանետար սահմանային շերտի ազդեցությունը ճնշման

րաշխման վրա: Ընդունելով, որ շարժումը կազմված է հիմնական գոնալ ցիրկուլյացիայից
 և նրա զրգոումներից, մենք ելնում ենք Ֆրիդմանի հավասարումից (6) տեսքով, որտեղ
 մթնոլորտն արդեն դիտվում է իրրև իրական միջավայր հաստատուն տուրբուլենտ մա-
 ծուցիկության զործակցով: Ինտեգրելով նշված հավասարումն ըստ րադիուսի ժայռի 0-ից
 մինչև ∞ և օգտվելով զծայնացրած բարոմետրական (11) րանաձևից ու (13) ձևափոխու-
 մից, մենք ստանում ենք (15) հավասարումը: (15)-ի աջ մասի առաջին անդամը հաշվե-
 լու համար օգտվում ենք Կոչինի (17) հավասարումների սիստեմի (18) լուծումից:
 Տեղադրելով այդ լուծումը (7)-ի մեջ, հնարավորություն ենք ստանում հաշվել
 մեզ հետաքրքրող անդամը (21) տեսքով: Վերջին հավասարման աջ մասը մեզ հայտնի է,
 բանի որ մենք փնտրում ենք ճնշման դաշտը տված ջերմաստիճանային դաշտի դեպքում:
 Լուծումը փնտրում ենք (25) տեսքով, այդ դեպքում չարքի զործակիցների համար ստա-
 նում ենք (26) արտահայտությունները: Շփման յաջակայություն դեպքում ստացվում են
 (27) արտահայտությունները, որոնք ճշտությամբ համընկնում են (2) աշխատանքում
 ստացված արդյունքներին: (27) արտահայտությունների հայտարարները որոշ ալիքային
 թվերի դեպքում կարող են զրո դառնալ, այդ ռեզոնանսի վտանգը վերացվում է շփման
 առկայության դեպքում, դա պարզ երևում է ստացած (28) արտահայտություններից:
 Վերջին դեպքում զրգոումները մարում են:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ Е. Н. Блинова, ДАН СССР, 33, № 7 (1943). ² Е. Н. Блинова, ДАН СССР, 92, № 3 (1953). ³ Н. Е. Кочик, Труды ГГО, 4, 1935.

АГРОХИМИЯ

Н. О. Авакян

О природе сильной кислотности некоторых горизонтов
бывшей болотной почвы на берегу оз. Севан

(Представлено Г. С. Давтяном, 1 XII 1954)

Процессы окисления-восстановления в почве, особенно благодаря участию в них и биологических факторов, чрезвычайно сложны. Они относительно мало изучены, и к настоящему времени полностью не выяснены все те факторы, которыми обусловлены эти процессы.

Исследования показывают, что эти процессы обусловлены в основном превращениями соединений таких элементов как водород, сера, азот, фосфор, железо, марганец, а также превращениями многочисленных органических веществ и продуктов их распада.

Для познания окислительно-восстановительного состояния почв ценные сведения могут дать определения кислородной зоны в почвенном профиле, благодаря которым можно судить о границе аэробных и анаэробных процессов.

При общей характеристике окислительно-восстановительного состояния почв обычно применяют потенциометрические измерения, однако при этом хотя и получаются весьма ценные данные, природа и механизм отдельных факторов, обуславливающих это состояние, остаются недостаточно ясными.

Сравнительно давно известно, что в подзолистых и болотных почвах часто наблюдается наличие оглеенного горизонта, в образовании которого, как показали исследования (¹⁻³), главную роль играет раскисление соединений окиси железа в результате анаэробных процессов, восстановление их до закиси и выщелачивание последних в нижние горизонты.

На южном берегу оз. Севан, на восточной окраине села Мартуни, южнее бывшего берега озера, имеется небольшой массив бывшей болотной почвы. Болото здесь образовалось подпираемыми озерной водой грунтовыми водами. Чередование горизонтов в почвенном профиле показывает, что здесь, наряду с периодическим колебанием уровня озера, на что указывает погребенный слой рыхлого мелкого песка иногда с галькой, длительное время происходили болотные процессы. Анаэробное разложение болотной растительности привело к накоплению мощного горизонта мертвого органического материала в виде

торфа, расположенного над горизонтом погребенного песка. Приводим краткое описание заложенного нами почвенного разреза.

Разрез 4. 19 сентября 1951 г., восточная окраина с. Мартуни. Почва покрыта стерней убранной озимой пшеницы.

- 0—30 см — Пахотный слой, влажный, черноземовидный, мелкозернистый, рыхлый суглинок болотного происхождения. Вскипание от 10% раствора соляной кислоты слабое.
- 30—45 см — Более плотный, тяжело-суглинистый, влажный горизонт темнокаштанового цвета. По окраске переход к следующему горизонту резкий, вскипания нет.
- 45—72 см — Погребенный слой влажного торфа с обильным включением неразложившихся и полуразложившихся остатков болотной растительности. Переход к следующему горизонту по цвету и структуре резкий. Вскипания нет.
- 72—86 см — Влажный, мелкозернистый песок серого цвета, подстилаемый мокрым темносерым суглинком. Не вскипает.
- 86—125 см — Мокрый суглинок темносерого цвета с обильным включением остатков болотной растительности. Вскипания нет.

Грунтовая вода выступила с песчаного горизонта, подстилаемого очень плотным суглинком.

Электрометрическое определение величин показателей активной кислотности (pH) по профилю почвы показало следующую картину:

Глубина горизонтов в см	pH водной суспензии
0—30	7,68
30—45	6,29
45—72	5,28
72—86	3,94
86—125	5,48

Таким образом, эту почву можно назвать торфянисто-лугово-болотной, бескарбонатной с сильно кислым песчаным горизонтом.

Впервые сильную кислотность одного горизонта почвы на этом же высыхающем болоте обнаружила сотрудница Лаборатории агрохимии АН АрмССР В. Л. Ананян. В Армении почвы с такой сильной активной кислотностью обычно не встречаются.

По данным Ананян (1), величина показателя активной кислотности водных суспензий образцов почв из этого участка доходила до pH = 2,68—2,85.

Исследование водных вытяжек из образцов этого разреза не позволило объяснить природу такой сильной активной кислотности, главным образом песчаного горизонта, однако общая титрирная кислотность водной вытяжки, равная 65 мл 0,01 н раствора NaOH на 100 г образца, и красное окрашивание прокаленного остатка водной вытяжки навели нас на мысль о том, что кислотность очевидно вызвана

превращениями соединений железа. Поэтому мы решили данный вопрос исследовать дополнительно.

Свежевыделенный почвенный раствор, отпрессованный из этого песка с естественной влажностью, имел величину $pH=4,15$. Он был совершенно прозрачен и содержал следы окисного и закисного железа.

Почвенные растворы выделялись методом отпрессовывания⁽⁵⁾.

Концентрация алюминия в этом растворе, вычисленная по разности концентраций анионов и катионов, была равна 14,2 мг-экв. в литре.

Когда этот раствор с несколькими каплями ртути, для консервации, был оставлен для анализа, то через 20 дней из него выпал белый осадок гидрата окиси алюминия, что следует объяснить гидролизом сульфата алюминия. При этом величина pH раствора упала с 4,15 до 3,38.

Интересное явление было нами обнаружено при повторном выделении почвенного раствора из этого же образца, после того как из банки с образцом была взята проба для первого выделения. Оставшийся образец простоял больше месяца и окислился попавшим в банку воздухом, не изменив первоначальной влажности. Повторно выделенный раствор был окрашен в интенсивный коричнево-красный цвет, который указывал на наличие солей железа. Непосредственно после выделения величина pH раствора оказалась равной 1,85.

Для определения концентрации железа мы пользовались цериметрическим объемным методом с окислительно-восстановительным индикатором-фенил-антранилиновокислым натрием, подкисляя почвенный раствор перед титрованием двухнормальным раствором серной кислоты в соотношении 1:1. Прямым титрованием почвенного раствора мы определяли закисное железо, а для определения общего содержания железа пользовались кадмиевым металлическим редуктором. Кадмиевый металлический редуктор представляет собой стеклянную трубку с внутренним диаметром в 10—12 мм, наполненную порошком металлического кадмия.

При пропускании почвенного раствора через редуктор окисное железо восстанавливается до закисного состояния и общее железо титруется сернокислым церием. Концентрация окисного железа вычисляется по разности между общим и закисным.

Содержание окисного железа оказалось равным 87,3 мг-экв. и закисного — 65,2 мг-экв. в литре почвенного раствора.

Микроскопическое исследование этого грунта, произведенное по нашей просьбе в Гидрохимическом институте АН СССР покойным старшим научным сотрудником М. П. Головковым, показало наличие в песке гидротроилита в виде правильных черных шариков. Очевидно появление ионов окисного и закисного железа и понижение величины pH явилось результатом окисления гидротроилита, происшедшего вероятно одновременно идущими физико-химическими и микробиологическими процессами.

Повидимому, в природных условиях в этой болотной почве, в зависимости от увлажнения, благодаря слабому проникновению атмосферного кислорода, происходили восстановительные процессы, в результате которых вымытое из верхних горизонтов закисное железо накапливалось в нижних слоях почвы в виде сернистых соединений — главным образом гидротроилита. В летний период, вследствие просыхания болота на значительную глубину, заметно увеличивался доступ атмосферного кислорода, и сернистые соединения железа, окисляясь, давали ионы окисного и закисного железа и свободную серную кислоту.

Серная кислота, действуя на твердую фазу почвы, выщелачивала, в частности, глинозем с образованием сульфата алюминия. Аналогичного мнения придерживался К. Д. Глинка (³).

Имея вышеуказанный фактический материал, нам казалось небезинтересным исследование в этой болотной почве окислительно-восстановительных условий в связи со щелочно-кислотными.

Следует отметить, что в силу микропестроты рельефа дна бывшего болота разрезы, заложенные здесь всего в нескольких десятках метров друг от друга, обнаруживают неодинаковую последовательность генетических горизонтов, поэтому нам пришлось рыть несколько разрезов, в одном из которых чередование и мощность горизонтов были такими же, как и в разрезе 4.

Окислительно-восстановительный потенциал и рН были измерены в трех нижних горизонтах (в двух верхних горизонтах, ввиду их незначительного естественного увлажнения, измерения не могли быть осуществлены). Окислительно-восстановительный потенциал и рН мы

Таблица 1
Величина рН и окислительно-восстановительного потенциала по горизонтам бывшей болотной почвы

Глубина горизонтов в см	рН	E_h в мв.
78—100	4,70	674,5
100—120	5,60	458,5
120—131	6,04	352,8
131—158	6,27	212,0

измеряли непосредственным втыканием в почвенные горизонты гладких платиновых и игловидных стеклянных электродов. Электродом сравнения служил насыщенный каломельный полуэлемент конструкции П. А. Крюкова (⁶), также находящийся в контакте с почвой.

Измерения производились потенциометрической установкой с ламповым усилителем.

В табл. 1 приводятся результаты измерений.

Графическое изображение зависимости окислительно-восстановительного потенциала от величины рН представлено на рис. 1.

Понижение величины окислительно-восстановительного потенциала с ростом величины рН, как видно на рис. 1, имеет тот же характер, что и зависимость, найденная между этими величинами П. А. Крюковым и Г. П. Авсеевичем (⁴) в лабораторных условиях. Это пониже-

Зависимость окислительно-восстановительного
потенциала от pH

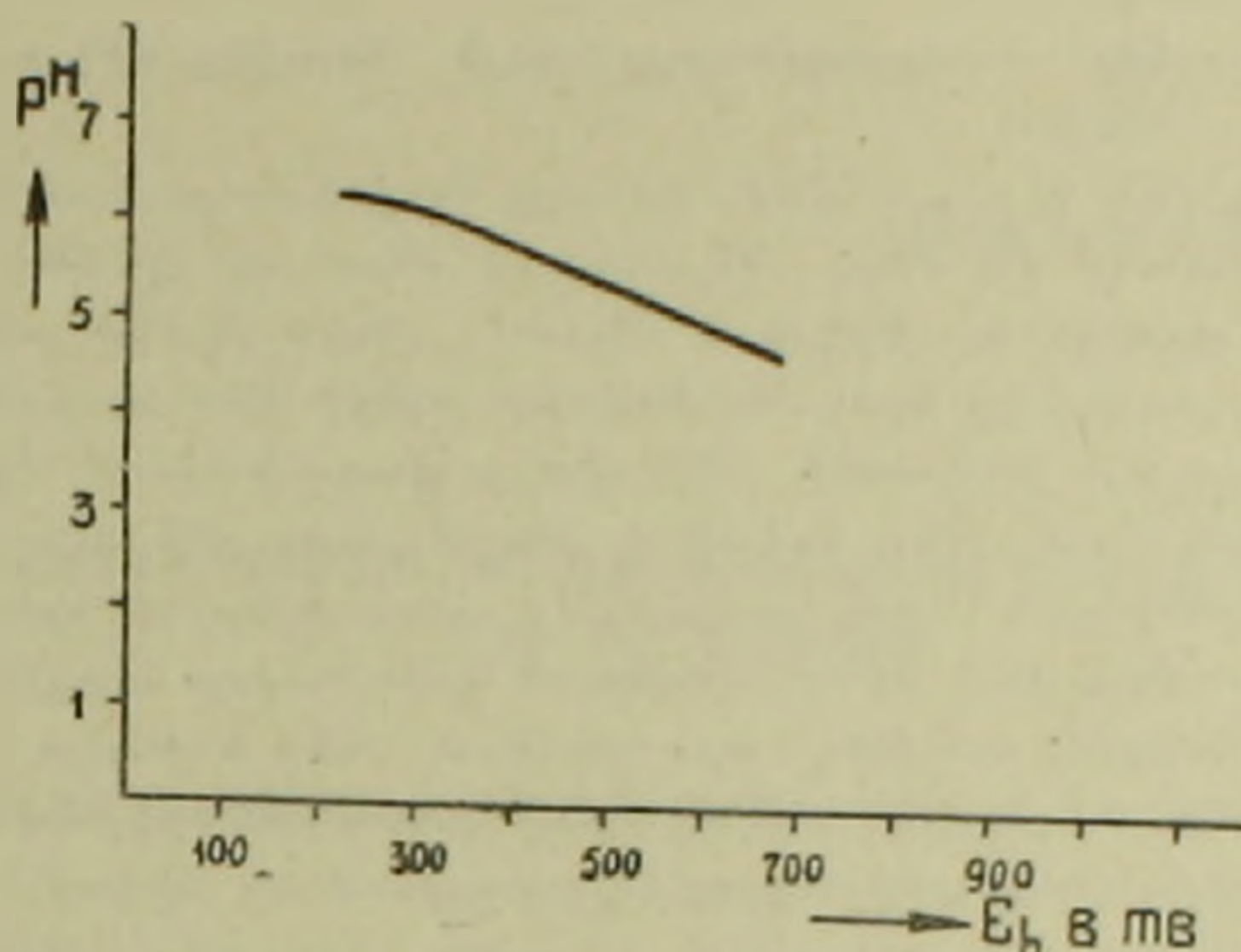


Рис. 1.

ние связано с уменьшением растворимости гидроокиси железа при увеличении значения pH.

Таким образом, эта зависимость еще раз подтверждает мысль о том, что природа сильной активной кислотности в этой бывшей болотной почве связана с превращениями соединений железа.

Лаборатория агрохимии Академии наук
Армянской ССР

Ն. Ն. ԱՎԱԳՅԱՆ

Սևանա լճի ափի նախկին նահնալին հողի մի քանի հորիզոնների
ուժեղ թթվության բնույթի մասին

Կենդանի բնության մեջ չափ են տարածված հակադարձելի և անհակադարձելի
օքսիդացման - վերականգնման պրոցեսները:

Հողի մեջ բնակացող օքսիդացման - վերականգնման պրոցեսները չափազանց բարդ
են և առայժմ բիշ ուսումնասիրված:

Հողագիտական հետազոտությունների այս ուղղությամբ կատարված ուսումնասի-
րություններից պարզվել է, որ պրոցեսների բնակացքը հիմնականում պայմանավորված է՝
ջրածնի, ծծմրի, ազոտի, ֆոսֆորի, երկաթի, մանգանի և այլն էլեմենտների միացու-
թյունների, ինչպես նաև բաղաժաթիվ օրգանական նյութերի ու նրանց բաղադրիչ մասերի
փոփոխություններով:

Սևանա լճի հարավային ափին, Մարտունի գյուղի արևելյան կողմում գտնվող
նախկին ճահճային հողի ուսումնասիրությունը ցույց տվեց, որ նրա ստորին հորիզոննե-
րը ունեն բավական ուժեղ ակտիվ թթվություն (ջրային սուսպենդիայում ստորին երկու
հորիզոնների pH-ը համապատասխանաբար հավասար էր՝ 3,94 և 3,48):

Հայաստանում նման ակտիվ թթվություն ունեցող հողեր չեն հանդիպում, ուստի
ստացված տվյալները որոշ հետաքրքրություն առաջացրին և մենք որոշեցինք պարզել այս
թթվության բնույթը: Այս հողի բնական խոնավություն ունեցող նմուշից մամլելու մի-
ջոցով դուրս է մղված հողային լուծույթի pH = 4,13: Սակայն քսան օր հետո, երբ այդ
լուծույթը կոնսերվացիայի նստատակով մի քանի կաթիլ սնդիկի հետ թողված էր հետազա-

հետադոտություն համար, նրա մեջ դոյաղավ ալյումինումի հիդրօքսիդի նստվածք և լուծույթի pH-ն ընկավ մինչև 3,38: Ակտիվ թթվությունը դուրսանիչի այս շեղակի անկումը տեղի ունեցավ շնորհիվ ալյումինումի սուլֆատի հիդրօքսիդի հետևանքով լուծույթում առաջացած ազատ ծծմբական թթվի: Այս լուծույթի անալիզից սլարդվեց, որ նրա մեջ երկաթի միայն հետքեր կան:

Հետաքրքիր տվյալներ ստացվեցին այդ նույն նմուշից մեկ ամիս հետո երկրորդ անգամ լուծույթ դուրս մղելիս:

Այսպիսի անոթի մեջ, ուր պահված էր այդ հողի նմուշը առաջին անգամ լուծույթ դուրս մղելու համար նմուշի մի մասը վերցնելուց հետո՝ օդ էր մտել և հողի մեջ ընթացել էին օքսիդացման պրոցեսներ: Երկրորդ անգամ դուրս մղված լուծույթի շաղանակահարմրավուն դույնը վկայում էր նրա մեջ երկաթի աղերի մեծ պարունակության մասին: Անալիզից սլարդվեց, որ այս լուծույթի մեկ լիտրը պարունակում է՝ 87,3 մգ-էկվ. եռավալենտ ու 65,2 մգ-էկվ. երկվալենտ երկաթ և թարմ լուծույթի pH=1,85:

Այս նմուշի միկրոսկոպիկ հետազոտությունը ցույց տվեց, որ նրա մեջ երկաթի սուլֆիդը գտնվում է հիդրոտրոիլիտի ձևով, որպես ռեկանսավոր զնդիկներ:

Հայտնի է, որ երկաթի սուլֆիդի այս կոլոիդալ ձևը ենթակա է արագ օքսիդացման: Հավանաբար համատեղ ընթացող ֆիզիկո-քիմիական և միկրոբիոլոգիական պրոցեսների հետևանքով սուլֆիդների օքսիդացումից ստացվում են երկաթի սուլֆատային միացություններ: Որոնց հիդրօքսիդից ստացվում է ազատ ծծմբական թթու և բարձրանում է լուծույթի ակտիվ թթվությունը:

Ունենալով վերահիշյալ տվյալները, մենք հետաքրքիր համարեցինք հետազոտել այդ հողի օքսիդացման-վերականգնման և թթվա-հիմքային պրոցեսների վիճակը ընական պայմաններում:

Ինչպես երևում է աղյուսակում բերված տվյալներից և նկ. 1-ում ստացված գրաֆիկական պատկերից, pH-ի արժեքի աճման հետ օքսիդացման-վերականգնման պոտենցիալ նվազումն ունի այնպիսի բնույթ, ինչպիսին լարորատոր պայմաններում, կրյուկովե ու Ալֆենիչը (5) գտել են մաքուր ֆերրո-ֆերրի սիստեմի համար: Այդ նվազման էությունը կայանում է նրանում, որ pH-ի արժեքի աճման հետ փոքրանում է եռարժեք երկաթի հիդրօքսիդի լուծելիությունը:

Այսպիսով, մեր ստացած բոլոր տվյալները միմյանց լրացնելով դալիս են ասելու այն մասին, որ այս՝ նախկին ճահճային հողի ստորին հորիզոնների ուժեղ ակտիվ թթվությունը կապված է նրա մեջ եղած երկաթի միացությունների ձևափոխությունների հետ:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. К. В. Беригича, А. А. Звализян, Г. П. Максимюк, Проблемы советск. почвовед. Почвенный институт им. В. В. Докучаева, Изд. АН СССР, сб. XI, стр. 189, 1940.
2. Г. Н. Высоцкий, Глей, 1905. 3 К. Д. Глинка, Почвоведение, стр. 415, 1932. 4 В. Л. Анян, диссертация, 1951. 5 П. А. Крюков и Г. П. Авсеевич, Труды ИОВИУА, 1933. 6 П. А. Крюков, Руководство для полевых и лабораторных исследований почв, том IV, вып. 2, изд. АН СССР, 1947.

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

А. Л. Мнджоян, действ чл. АН Армянской ССР, В. Г. Африкян
 и А. А. Дохикян

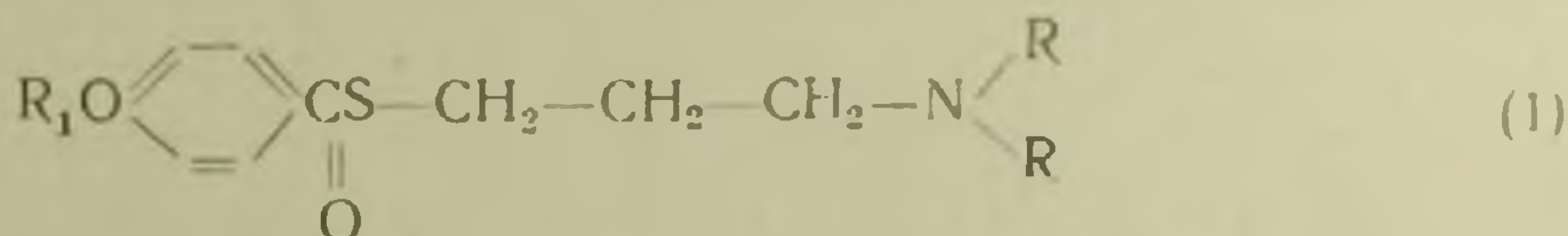
Исследование в области производных п-алкоксибензойных
 кислот

Сообщение X. 3-диалкиламиноэтиловые тиоэфиры п-алкоксибензойных
 кислот и их четвертичные соли

(Представлено 24 VIII 1953)

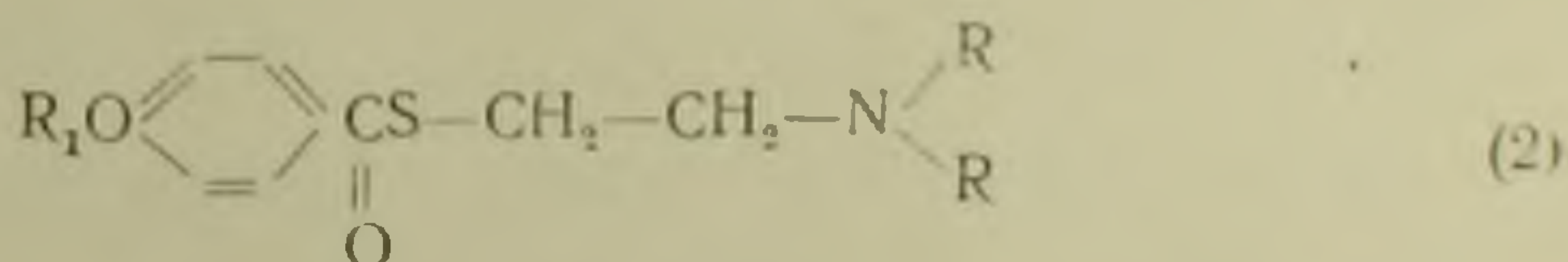
Имеющиеся литературные данные по изучению фармакологических и бактериостатических свойств различных производных п-алкоксибензойных кислот, а также результаты наших исследований большого числа аминоэфиров п-алкоксибензойных кислот и их солей показали, что эта группа соединений представляет значительный интерес.

В одном из предыдущих сообщений (¹) нами были описаны некоторые γ-диалкиламинопропиловые тиоэфиры п-алкоксибензойных кислот.

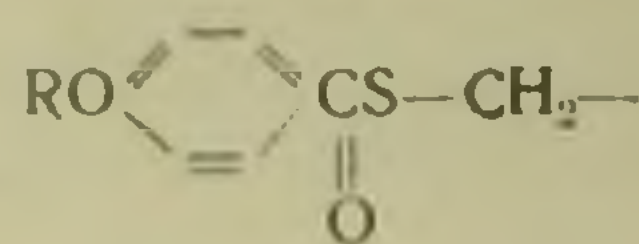


Изучение фармакологических свойств этих соединений и сравнение полученных данных с их кислородосодержащими аналогами показало, что замена эфиробразующего кислорода на серу благоприятно отражается на их холинолитические и бактериостатические свойства.

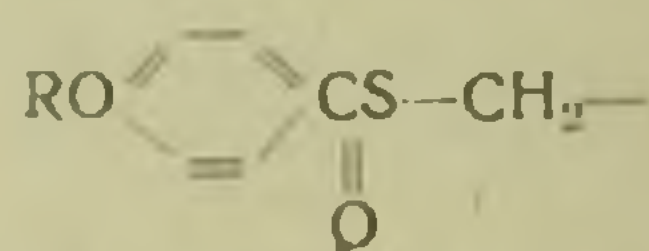
Учитывая также, что работ по синтезу и изучению серусодержащих аналогов проведено мало, мы предприняли синтез диалкиламиноэтиловых тиоэфиров п-алкоксибензойных кислот следующего строения:



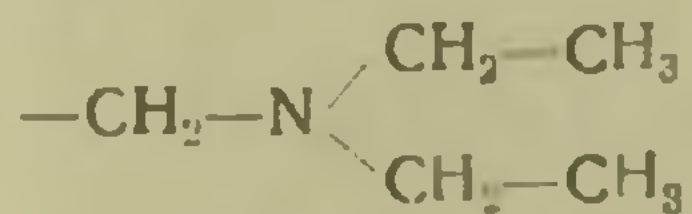
В литературе описано несколько диэтиламиноэтиловых тиоэфиров п-алкоксибензойных кислот (²), полученных авторами с целью изучения анестетических свойств.



R	Выход в %	Температура кипения в °C	Давление в мм	M	d_4^{20}	n_D^{20}	MR _D	
							вычислено	найдено
CH ₃ —	70,6	170—172	4	239	1,4147	1,5680	67,699	70,200
CH ₃ —CH ₂ —	79,2	178—180	3	253	1,0997	1,5588	72,317	74,644
CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —	61,5	180	5	267	1,5466	1,0735	76,935	78,930
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH}— \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}$	70,1	182—184	5	267	1,0735	1,5484	76,935	79,104
CH ₃ —(CH ₂) ₃ —	62,7	210	4	281	1,0564	1,5385	81,553	83,981
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH}-\text{CH}_2— \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}$	68,5	200	4	281	1,0581	1,5388	81,553	83,887
CH ₃ —(CH ₂) ₄ —	73,5	195—196	3	295	1,5432	1,0514	86,171	88,663
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2— \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}$	81,3	183—185	3	295	1,0444	1,5359	86,171	88,202

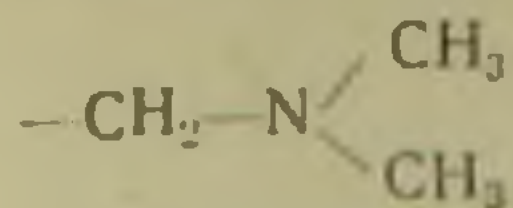


R	Выход в %	Температура кипения в °C	Давление в мм	M	d_4^{20}	n_D^{20}	MR _D	
							вычислено	найдено
CH ₃ —	64,5	215	4	267	1,0788	1,5492	76,835	76,750
CH ₃ —CH ₂ —	72,3	186—188	4	281	1,0571	1,5454	81,553	83,337
CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —	70,0	188—190	4	295	1,0436	1,5351	86,171	88,159
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH}— \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}$	63,0	195	5	295	1,0440	1,5405	86,171	88,861
CH ₃ —(CH ₂) ₃ —	63,6	188—190	3	309	1,0333	1,5340	90,789	93,744
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH}-\text{CH}_2— \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}$	64,3	210—212	5	309	1,0343	1,5340	90,789	92,995
CH ₃ —(CH ₂) ₄ —	60,0	195	2	323	1,0229	1,5332	95,407	98,157
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2— \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}$	86,4	200	3	323	1,0355	1,5352	95,407	97,160

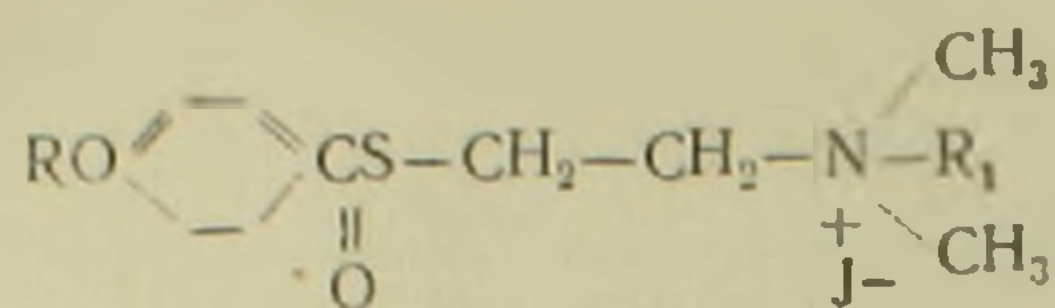


Эмпирическая формула	А н а л и з в ‰								Температура пла- вления хлорид- ратов
	С		Н		N		S		
	вычислено	найдено	вычислено	найдено	вычислено	найдено	вычислено	найдено	
C ₁₄ H ₂₁ O ₂ NS	62,92	63,25	7,86	7,68	5,25	5,22	11,98	11,70	119°
C ₁₅ H ₂₃ O ₂ NS	64,05	64,23	8,18	8,21	4,98	4,77	11,38	11,39	130°
C ₁₆ H ₂₅ O ₂ NS	65,08	65,21	8,47	8,36	4,74	4,71	10,85	11,02	132—133°
C ₁₆ H ₂₅ O ₂ NS	65,08	65,33	8,47	8,29	4,74	4,39	10,85	10,58	148—149°
C ₁₇ H ₂₇ O ₂ NS	66,02	66,34	8,73	8,42	4,53	4,37	10,35	10,11	139°
C ₁₇ H ₂₇ O ₂ NS	66,02	65,96	8,73	8,83	4,25	4,25	10,35	10,42	130—131°
C ₁₈ H ₂₉ O ₂ NS	66,86	67,10	8,98	9,13	4,33	4,19	9,91	10,43	94°
C ₁₈ H ₂₉ O ₂ NS	66,86	66,69	8,98	9,15	4,33	4,23	9,91	10,00	128—129°

Таблица I



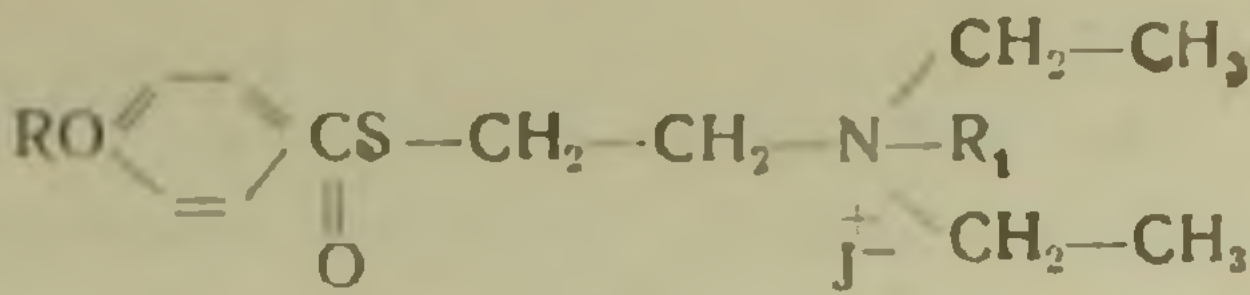
Эмпирическая формула	А н а л и з в %								Температура пла- вления хлор- гидратов
	С		Н		N		S		
	вычислено	найдено	вычислено	найдено	вычислено	найдено	вычислено	найдено	
C ₁₂ H ₁₇ O ₂ NS	60,25	60,51	7,11	7,10	5,86	5,99	13,38	13,41	173°
C ₁₃ H ₁₉ O ₂ NS	61,66	61,52	7,50	7,56	5,53	5,29	12,64	12,35	152°
C ₁₄ H ₂₁ O ₂ NS	62,92	62,63	7,86	7,83	5,24	5,31	11,98	11,88	149°
C ₁₄ H ₂₁ O ₂ NS	62,92	62,68	7,86	7,75	5,24	5,45	11,98	11,69	129°
C ₁₅ H ₂₃ O ₂ NS	64,05	64,15	8,18	8,16	4,98	4,91	11,38	11,67	142°
C ₁₅ H ₂₃ O ₂ NS	64,05	64,37	8,18	8,41	4,98	5,29	11,38	11,10	148°
C ₁₆ H ₂₅ O ₂ NS	65,08	65,35	8,47	8,45	4,74	4,99	10,85	10,55	134°
C ₁₆ H ₂₅ O ₂ NS	65,08	65,40	8,47	8,47	4,74	4,71	10,85	10,65	110°



R	R ₁	Выход в %	Температура плавления	M	Эмпирическая формула	Анализ в %	
						вычислено	най-дено
CH ₃ —	CH ₃ —	99,2	233—234°	381	C ₁₃ H ₂₀ O ₂ NSJ	33,33	32,90
CH ₃ —	CH ₃ —CH ₃ —	98,4	207—208°	395	C ₁₄ H ₂₂ O ₂ NSJ	32,18	31,94
CH ₃ —CH ₂ —	CH ₃ —	99,6	218—219°	395	C ₁₄ H ₂₂ O ₂ NSJ	32,18	32,22
CH ₂ —CH ₂ —	CH ₃ —CH ₂ —	98,8	172—173°	409	C ₁₅ H ₂₄ O ₂ NSJ	31,05	30,98
CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —	CH ₃ —	98,2	203°	409	C ₁₅ H ₂₄ O ₂ NSJ	31,05	31,12
CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —	CH ₃ —CH ₂ —	98,1	153—154°	423	C ₁₆ H ₂₆ O ₂ NSJ	30,02	30,27
CH ₃ —CH—CH ₃	CH ₃ —	97,8	208—209°	409	C ₁₅ H ₂₄ O ₂ NSJ	31,05	31,28
CH ₃ —CH—CH ₃	CH ₃ —CH ₂ —	96,9	155—156°	423	C ₁₆ H ₂₆ O ₂ NSJ	30,02	29,71
CH ₃ —(CH ₂) ₃ —	CH ₃ —	97,2	201—202°	423	C ₁₆ H ₂₆ O ₂ NSJ	30,02	29,84
CH ₃ —(CH ₂) ₃ —	CH ₃ —CH ₂ —	96,5	149—150°	437	C ₁₇ H ₂₈ O ₂ NSJ	29,06	29,05
CH ₃ —CH—CH ₂ —	CH ₃ —	95,5	212°	423	C ₁₆ H ₂₆ O ₂ NSJ	30,02	30,24
CH ₃ —CH—CH ₂ —	CH ₃ —CH ₂ —	94,9	150°	437	C ₁₇ H ₂₈ O ₂ NSJ	29,06	29,27
CH ₃ —(CH ₂) ₄ —	CH ₃ —	96,7	182—183°	437	C ₁₇ H ₂₈ O ₂ NSJ	29,06	29,17
CH ₃ —(CH ₂) ₄ —	CH ₃ —CH ₂ —	96,2	146—147°	451	C ₁₈ H ₃₀ O ₂ NSJ	28,15	28,36
CH ₃ —CH—CH ₂ —CH ₂ —	CH ₃ —	94,8	166—167°	437	C ₁₇ H ₂₈ O ₂ NSJ	29,06	29,22
CH ₃ —CH—CH ₂ —CH ₂ —	CH ₃ —CH ₂ —	94,2	125—126°	451	C ₁₈ H ₃₀ O ₂ NSJ	28,15	28,05

Располагая данными наших исследований по параллельному изучению анестетических и холинолитических свойств различных аминоэфиров п-алкоксибензойных кислот, мы пришли к выводу, что поиски выраженных холинолитических препаратов в ряду этих соединений могут представить практический интерес.

Наряду с этим изучение холинолитических свойств дало бы возможность судить о влиянии замены эфиробразующего кислорода на



R	R ₁	Выход в %	Температура плавления	M	Эмпирическая формула	Анализ в %	
						вычислено	най-дено
CH ₃ —	CH ₃ —	98,3	193°	409	C ₁₅ H ₂₄ O ₂ NSI	31,05	31,38
CH ₃ —	CH ₃ —CH ₂ —	98,0	153°	423	C ₁₆ H ₂₆ O ₂ NSI	30,02	29,86
CH ₃ —CH ₂ —	CH ₃ —	98,5	139°	425	C ₁₆ H ₂₆ O ₂ NSI	30,02	30,23
CH ₃ —CH ₂ —	CH ₃ —CH ₂ —	98,1	135°	437	C ₁₇ H ₂₈ O ₂ NSI	29,06	28,72
CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —	CH ₃ —	97,7	167—168°	437	C ₁₇ H ₂₈ O ₂ NSI	29,06	28,90
CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —	CH ₃ —CH ₂ —	97,0	150—151°	451	C ₁₈ H ₃₀ O ₂ NSI	28,16	28,33
CH ₃ > CH— CH ₃	CH ₃ —	95,4	178—179°	437	C ₁₇ H ₂₈ O ₂ NSI	29,06	28,70
CH ₃ > CH— CH ₃	CH ₃ —CH ₂ —	94,8	190°	451	C ₁₈ H ₃₀ O ₂ NSI	28,16	28,58
CH ₃ —(CH ₂) ₃ —	CH ₃ —	96,7	130°	451	C ₁₈ H ₃₀ O ₂ NSI	28,16	28,05
CH ₃ —(CH ₂) ₃ —	CH ₃ —CH ₂ —	95,9	161—162°	465	C ₁₉ H ₃₂ O ₂ NSI	27,31	27,71
CH ₃ > CH—CH ₂ — CH ₃	CH ₃ —	96,4	174—175°	451	C ₁₈ H ₃₀ O ₂ NSI	28,16	28,05
CH ₃ > CH—CH ₂ — CH ₃	CH ₃ —CH ₂ —	95,8	181—182°	465	C ₁₉ H ₃₂ O ₂ NSI	27,31	27,02
CH ₃ —(CH ₂) ₄ —	CH ₃ —	97,2	132—133°	465	C ₁₉ H ₃₂ O ₂ NSI	27,31	27,67
CH ₃ —(CH ₂) ₄ —	CH ₃ —CH ₂ —	96,6	160°	479	C ₂₀ H ₃₄ O ₂ NSI	26,51	26,91
CH ₃ > CH—CH ₂ —CH ₂ — CH ₃	CH ₃ —	95,5	170—171°	465	C ₁₉ H ₃₂ O ₂ NSI	27,31	26,97
CH ₃ > CH—CH ₂ —CH ₂ — CH ₃	CH ₃ —CH ₂ —	94,9	120—121°	479	C ₂₀ H ₃₄ O ₂ NSI	26,51	27,00

серу и утяжеления кислотного компонента аминоэфиров за счет радикала R₁ алкоксигруппы. В качестве аминспиртовой цепочки мы решили использовать диэтил- и диметил-аминоэтаноловую, входящую в молекулу большинства применяемых холинолитиков.

Из синтезированных нами соединений, диэтиламиноэтиловые тио- эфиры п-этокс-, пропокс- и бутоксибензойных кислот описаны в литературе, остальные являются новыми соединениями.

Физикохимические константы полученных аминотиоэфиров приводятся в табл. 1 и 2.

Для изучения биологических свойств приготовлены их воднорастворимые соли. Те из солей, которые выделены в кристаллическом виде, приведены в табл. 3 и 4.

Подробные данные о способах получения и результатах биологических испытаний синтезированных соединений будут опубликованы отдельно.

Лаборатория фармацевтической химии
Академии наук Армянской ССР

Ա. Լ. ՄՆՋՈՅԱՆ, Վ. Գ. ՍՖԻԿՅԱՆ ԵՎ Ա. Զ. ԴՈՆԻԿՅԱՆ

Հետազոտությունը p-ալկոքսիբենզոական թթուների ածանցյալների բնագավառում

Հաղորդում X. p-ալկոքսիբենզոական թթուների β-դիալկիլ ամինո էթիլ թիոէսթերներ
և նրանց չորհուրային աղերը

Մեր նախորդ հաղորդումներից մեկում⁽¹⁾ նկարագրված γ-դիալկիլ ամինոպրոպիլ թիոէսթերների (1) ֆարմակոլոգիական հատկությունների ուսումնասիրություններից ստացված արդյունքները, նույն կարգի թթվածնափոք էսթերների հատկությունների հետ համեմատելիս, պարզված է, որ ծծմբի մուտքը այս շարքի միացությունների մեջ թթվածնի փոխարեն, դրական ձևով է անդրադառնում խոլինոլիտիկ և բազոներիոստատիկ հատկությունների վրա:

Պատենտային դրականությունից երևում է, որ այս շարքին պատկանող թիոէսթերներից սինթեզված են եղել երեք միացություններ⁽²⁾, որոնց մոտ ստուգված են միայն անասնատիկ հատկությունները:

Մեր հետազոտություններից կատարված p-ալկոքսիբենզոական թթուների ամինոէսթերների բնագավառում, պարզված է, որ Անեստետիկ և խոլինոլիտիկ հատկությունները հաճախ հանդես են գալիս դուգահեռ և որ այս երկու ֆարմակոլոգիական հատկությունների մեջ գոյություն ունի որոշ օրգանական կապ:

Նշված հանգամանքները պատճառ հանդիսացան խորացնելու մեր հետազոտությունները p-ալկոքսիբենզոական թթուների թիոէսթերների բնագավառում:

Ստացված են ու նկարագրվում են այս հաղորդման մեջ մի քանի p-ալկոքսիբենզոական թթուների β-դիալկիլ ամինո էթիլ թիոէսթերներ (2), որոնց ֆիզիկական ու բիոմիական հատկությունները բնորոշող որոշ տվյալներ բերված են 1 և 2 աղյուսակներում:

Ստացված միացությունների ֆարմակոլոգիական և խիմիոթերապևտիկ հատկությունների լայն ուսումնասիրության համար պատրաստված են մի շարք աղեր:

Կրիստալական վիճակում անջատված աղերի բանաձևեր ինչպես և նրանց բնորոշող մի քանի տվյալներ բերված են 3 և 4 աղյուսակներում:

Նկարագրված միացությունների ստացմանը վերաբերվող մանրամասն տվյալները, ինչպես նաև նրանց բիոլոգիական հատկությունների ուսումնասիրության արդյունքները կհրապարակվեն առանձին:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ А. Л. Миндзоян и Э. Багдасарян, ДАН АрмССР, XIX, 2 (1954). ² E. Garrips и В. Брекер, И. S. 2, 342, 142, 1944.

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

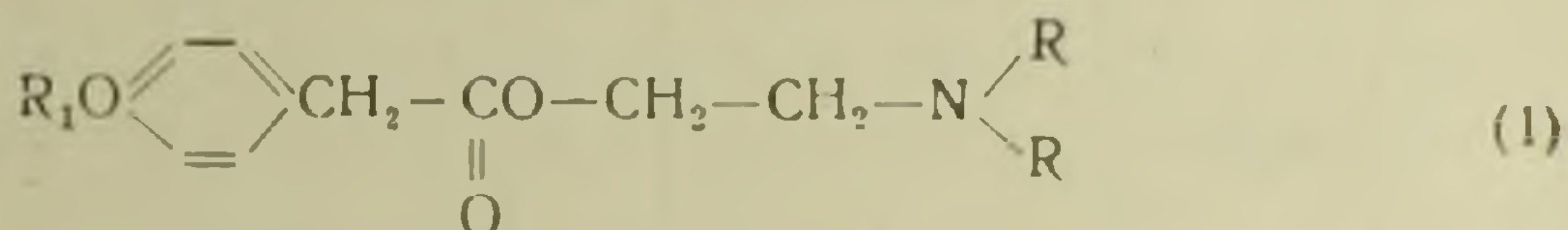
А. Л. Мнджоян, действ. чл. АН Армянской ССР,
 О. Л. Мнджоян и О. Е. Гаспарян

Исследование в области производных замещенных
 уксусных кислот

Сообщение VI. 1,3-ди (диалкиламино) пропиловые эфиры п-алкоксифенил
 уксусных кислот

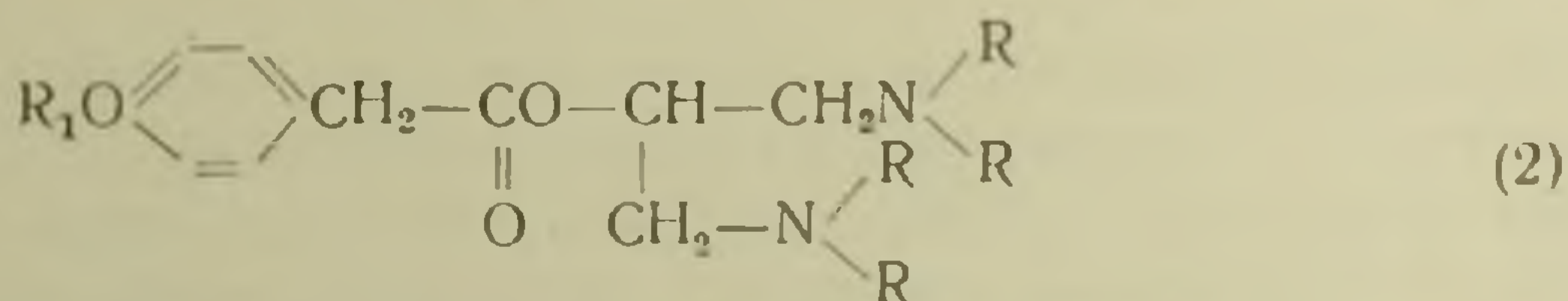
(Представлено 24 VIII 1953)

Изучение фармакологических свойств диалкиламиноэтиловых эфи-
 ров п-алкоксифенилуксусных кислот (1), описанных



в предыдущем сообщении (¹), показало, что эта серия препаратов по
 аналогии с аминоэфирами двузамещенных уксусных кислот обладает
 холинолитическими свойствами.

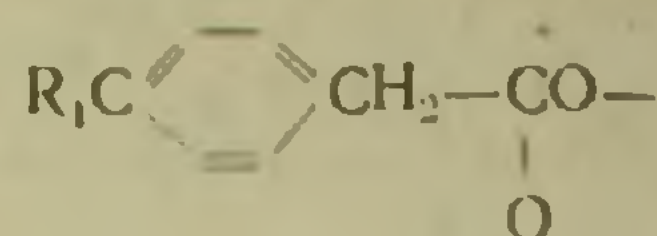
Руководствуясь принципом изыскания селективно действующих
 холинолитических соединений, мы предприняли синтез группы 1,3-ди
 (диалкиламино) пропиловых эфиров п-алкоксифенилуксусных кислот (2)



в которых в качестве аминоспиртов были использованы 1,3-ди (ди-
 метиламино)- и 1,3-ди (диэтиламино)-пропанола.

Применение этих аминоспиртов диктовалось результатами испы-
 таний 1,3-ди (диалкиламино) пропиловых эфиров п-алкоксибензойных (²),
 двузамещенных уксусных (³) и ряда других кислот.

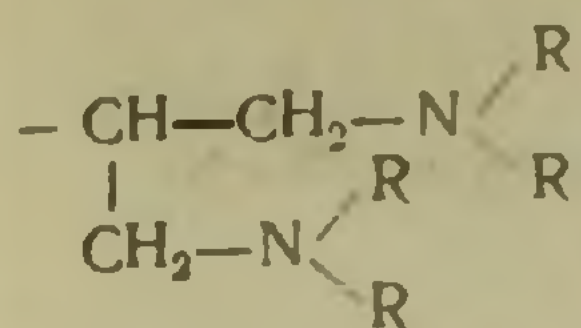
На примере этих соединений нами было установлено, что 1,3-ди
 (диалкиламино)-пропанола способствуют появлению у этих аминоэфи-
 ров избирательного действия на никотиновые рецепторы холинер-
 гических систем. Следует отметить, что аминоэфиры тех же кислот
 и обычно применяемых диметил- и диэтиламино-этанолов действуют в



R_1	R	Выход в %	Температура кипения в °C	Давление в мм	M	d_4^{20}	n_D^{20}
CH ₃ —	CH ₃ —	52,8	185—187	14	294,4	1,0289	1,5010
CH ₃ —CH ₂ —	CH ₃ —	51,0	189—190	14	308,4	1,0137	1,4974
CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —	CH ₃ —	50,0	177—178	13	322,5	1,0068	1,4966
$\begin{array}{c} CH_3 \\ \diagdown \\ CH- \\ \diagup \\ CH_3 \end{array}$ —	CH ₃ —	55,0	188—189	14	322,5	1,0022	1,4974
CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —	CH ₃ —	46,0	198—200	14	336,5	0,9985	1,4949
$\begin{array}{c} CH_2 \\ \diagdown \\ CH-CH_2- \\ \diagup \\ CH_3 \end{array}$ —	CH ₃ —	50,0	197—198	14	336,5	0,9446	1,4951
CH ₃ —	CH ₃ —CH ₂ —	50,0	185—187	14	350,5	1,0376	1,5050
CH ₃ —CH ₂ —	CH ₃ —CH ₂ —	37,3	184—186	13	364,5	1,0289	1,5024
CH ₃ —CH ₂ —CH ₃ —	CH ₃ —CH ₂ —	48,7	195—196	14	378,6	0,9904	1,4926
$\begin{array}{c} CH_3 \\ \diagdown \\ CH- \\ \diagup \\ CH_3 \end{array}$ —	CH ₃ —CH ₂ —	43,0	197—198	12	378,6	1,0125	1,4978
CH ₃ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —	CH ₃ —CH ₂ —	48,3	193—195	12	392,6	0,9795	1,4954
$\begin{array}{c} CH_3 \\ \diagdown \\ CH-CH_2- \\ \diagup \\ CH_3 \end{array}$ —	CH ₃ —CH ₂ —	50,6	198—200	15	392,6	0,9533	1,4850

равной мере, как на никотиновые, так и на мускариновые холинорецепторы. Получение препаратов селективнодействующих на никотиновые рецепторы особенно интересно, поскольку многие патологические состояния, связанные с нервной системой у людей, обусловлены нарушением нормальной функции никотиновых холинорецепторов. Имеющиеся синтетические заменители атропина, как и сам атропин, проявляют более акцентированное блокирующее действие на мускариновые рецепторы.

В связи с этим синтез и изучение этой новой серии препаратов представит нам возможность убедиться еще на одной группе соеди-



MRD		Общая формула	А н а л и з в %				Температура плавления оксалатов в °С
вычислено	найдено		С		Н		
			вычислено	найдено	вычислено	найдено	
83,67	84,33	C ₁₆ H ₂₆ O ₃ N ₂	65,30	65,12	9,51	9,38	133—134
88,29	89,12	C ₁₇ H ₂₈ O ₃ N ₂	66,20	66,44	9,99	10,08	159—160
92,91	91,69	C ₁₇ H ₃₀ O ₃ N ₂	67,08	66,91	9,62	9,45	154—155
92,91	94,26	C ₁₈ H ₃₂ O ₃ N ₂	67,08	67,21	9,62	9,84	149—150
97,53	98,19	C ₁₉ H ₃₄ O ₃ N ₂	67,85	68,00	9,52	9,38	156—157
97,53	103,80	C ₁₉ H ₃₂ O ₃ N ₂	67,85	68,11	9,52	9,64	150—151
102,15	100,30	C ₂₀ H ₃₆ O ₃ N ₂	67,71	67,78	9,71	9,85	153—154
106,77	104,70	C ₂₁ H ₃₈ O ₃ N ₂	69,23	69,34	9,89	10,00	152—153
111,38	111,05	C ₂₁ H ₃₈ O ₃ N ₂	69,84	69,81	10,05	9,89	133—134
111,38	109,62	C ₂₂ H ₃₈ O ₃ N ₂	69,84	69,76	10,05	9,91	146—147
116,00	117,06	C ₂₃ H ₄₀ O ₃ N ₂	70,40	70,58	10,20	10,43	143—144
116,00	117,86	C ₂₃ H ₄₀ O ₃ N ₂	70,40	70,31	10,20	10,38	146—147

нений, что состав и строение аминспиртов имеет решающее значение при получении селективнодействующих холинолитиков.

Физикохимические константы синтезированных аминоэфиров сведены в таблицу. Приведены также температуры плавления их оксалатов.

Данные о способах получения, а также результаты фармакологических испытаний, будут опубликованы отдельно.

Лаборатория фармацевтической химии Академии наук Армянской ССР

Հետազոտությունը փոխարկված քաղախաբքուհների ածանցյալների բնագավառում

Հաղորդում VI ք-ալկոբսիֆենիլ բացախաբքուհների

1.3-դի-(դիալկիլամինո) սլրոսլիլ էսթերներ

Նախորդ հաղորդումներից մեկում¹ նկարագրված ք-ալկոբսիֆենիլ քաղախաբքուհների դիալկիլամինո էթանոլային էսթերների (1) ֆարմակոլոգիական հատկությունների ուսումնասիրություններից օլարգված էր, որ նրանք երկրորդարկված քաղախաբքուհների էսթերների նման հանդես են բերում խոլինոլիտիկ հատկություններ:

Մի շարք անդամներ արդեն առիթ են ունեցել նշելու, որ այս կարգի միացությունների բնագավառում մեր կատարած հետազոտություններն ունեն մեկ նպատակ՝ ստեղծել միացությունների այնպիսի կառուցվածքներ, որոնք օժտված լինեն ընտրողական ազդեցությամբ ոչ միայն դեպի մուսկլարինային կամ նիկոտինային ռեցեպտորները, այլ որ ամենակարևորն է, նշված կարգի ռեցեպտորների, տարբեր հյուսվածքներում և օրգաններում հանդիպող, խոլինէրգիկ սխտեմների վրա: Լայս տեսակետից հետաքրքրական էր ուսումնասիրել ք-ալկոբսիֆենիլ քաղախաբքուհների-1.3-դի-(դիալկիլամինո) սլրոսլիլ էսթերները⁽²⁾, որովհետև սրանց կառուցվածքի մեջ մտնող ամինոսպիրտները, մի շարք այլ միացությունների^{2,3} կազմում հանդես են այնպիսի խոլինոլիտիկներ, որոնց ազդեցությունը կենտրոնացվում է միայն նիկոտինային ռեցեպտորների վրա: Մի հանգամանք, որն արժանի է հատուկ ուշադրության, թեկուզ միայն այն պատճառով, որ մինչև օրս դոյություն ունեցող և կիրառվող խոլինոլիտիկները, ինչպես ատրոպինը, նույնպես և նրան փոխարինող սինթետիկ սլրեպարատները առավել չափով ազդում են մուսկլարինային ռեցեպտորների վրա:

Եթե սրա հետ մեկտեղ հիշելու լինենք նաև այն հանգամանքը, որ մարդու մոտ ներվային սխտեմի ֆիզիոլոգիական վիճակի բաղմաթիվ խանգարումները հաճախ արդյունք են համապատասխան հյուսվածքներում և օրգաններում առավելապես նիկոտինային խոլինէրգիկ սխտեմների ֆունկցիայի խանգարման, ապա սլարդ կլինի, թե որքան կարեւոր են որոշումները մուսկլարինոլիտիկների բնագավառում:

1.3-դի-(դիալկիլամինո) սլրոսլիլ ալկոհոլների յուրահատուկ դերը խոլինոլիտիկ ամինոէսթերների ստրուկտուրաներում մի հավելյալ անդամ ստուգելու և ախտի մուսկլարինոլիտիկներ ստանալու համար ձեռնարկեցինք ազդուսակում բերված միացությունների սինթեզի աշխատանքներին:

Լիդուսակում բերված առանձին միացությունների ստացման եղանակները, ինչպես նաև բիոլոգիական ուսումնասիրությունների արդյունքները կհրապարակվեն առանձին:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ А. Л. Мнджоян, О. Л. Мнджоян и Н. М. Оганджаниян, ДАН АрмССР, XX, 5 (1955). ² А. Л. Мнджоян, Н. А. Бабиян, „Известия“ АН АрмССР, серия физ.-мат., естеств. и техн. наук, т. VII, 6 (1954). ³ А. Л. Мнджоян, О. Л. Мнджоян, ДАН АрмССР, XX, 1 (1955).

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. Х. Чайлахян, чл.-корр. АН Армянской ССР

О локализации крахмала и белка в листьях растений в связи
 с дифференцированным фотопериодическим воздействием

(Представлено 25 IX 1954)

Влияние дифференцированного фотопериодического воздействия на половинки листьев, связанное со значительными изменениями в развитии побегов, изучалось нами ранее ⁽²⁾ на растениях короткого и длинного дня—красной перилле (*Perilla pampkinensis*) и шпинате (*Spinacia oleracea*). Выяснилось, что при выдерживании основания листа периллы на коротком и верхушки на длинном дне задержки в бутонизации и цветении побега сравнительно с побегом, у которого лист целиком находился на коротком дне, почти не наблюдалось; если же основание листа выдерживалось на длинном и верхушка на коротком дне, то бутонизация и цветение побега задерживались на 25 дней: эта задержка снималась, если основание листа помещалось в темноту.

У шпината, наоборот, если основание листа выдерживалось на длинном, а верхушка на коротком дне, то стрелкование побега наступало одновременно с побегом, у которого лист целиком находился на длинном дне; если же основание листа находилось на коротком, а верхушка на длинном дне, то задержка в стрелковании побега достигала 11 дней. Опыт, проведенный нами в 1953 году с другим длиннодневным видом—рудбекней (*Rudbeckia bicolor*),— в общем подтвердил данные, полученные для шпината, с тем отличием, что в неблагоприятном варианте задержка в стрелковании побега достигала всего 6 дней.

Данные по этому опыту с рудбекней приводятся для сравнения вместе с ранее полученными данными по красной перилле ⁽²⁾ в табл. 1 и на рис. 1, в которых Д означает длинный день и К—короткий для всего листа; $\frac{Д}{К}$ — верхушка листа на длинном и основание на

коротком дне, $\frac{К}{Д}$ — верхушка листа на коротком и основание на длин-

ном дне, $\frac{К}{Т}$ и $\frac{Д}{Т}$ — верхушка листа на коротком или на длинном дне и

основание в темноте.

Развитие побегов в связи с дифференцированным фотопериодическим воздействием на листья растений

Растение	Число дней по бутонизации периллы и стрелкованию рудбекии					
	Д	К	$\frac{Д}{К}$	$\frac{К}{Д}$	$\frac{К}{Т}$	$\frac{Д}{Т}$
	1	2	3	4	5	
Перилла красная	∞	36	38	61	40	—
Рудбекия	18	∞	24	20	—	19

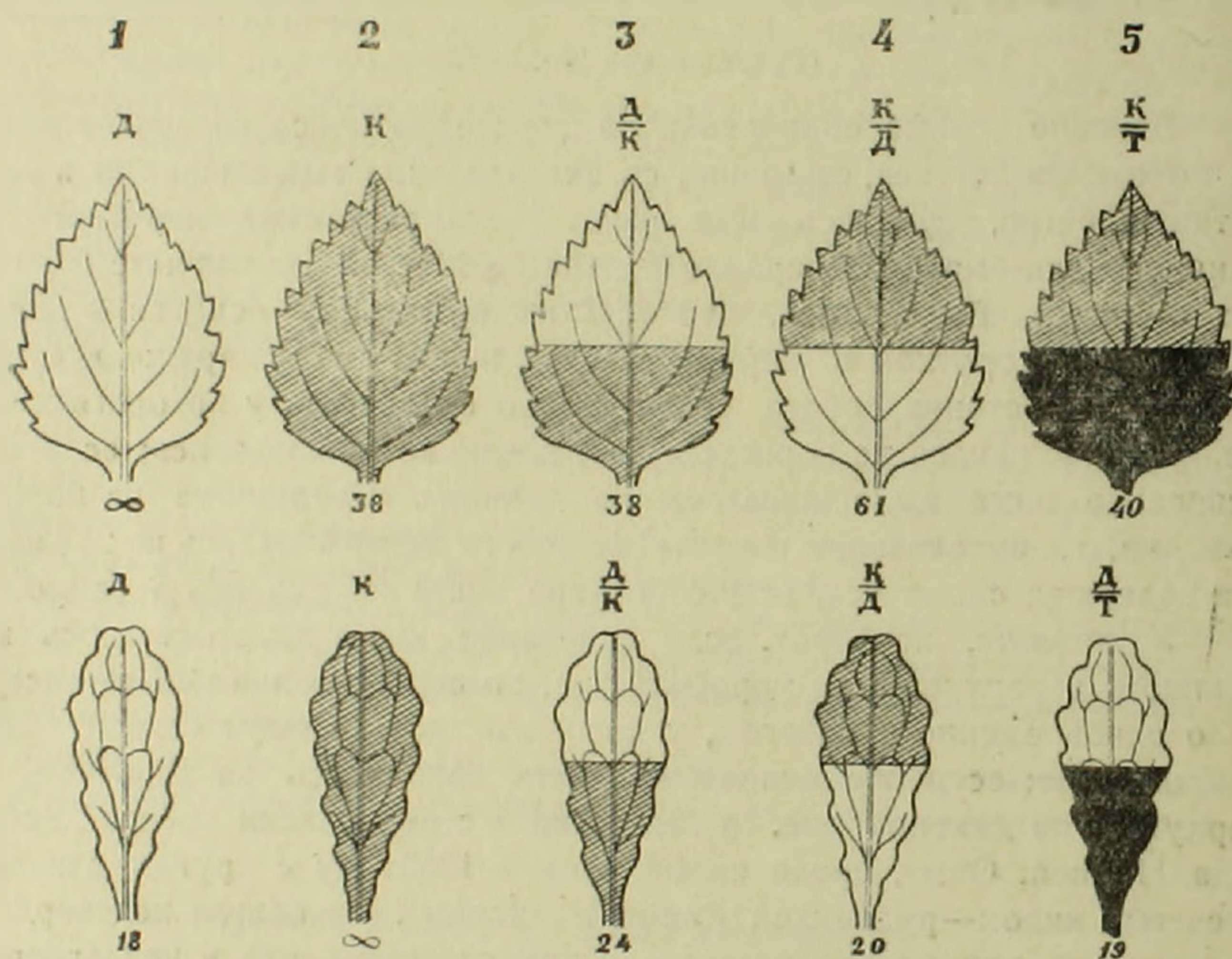


Рис. 1. Схема дифференцированного фотопериодического воздействия на листья растений периллы красной (верхний ряд) и рудбекии (нижний ряд). Цифры под листьями обозначают число дней до бутонизации периллы и стрелкования рудбекии.

Из таблицы и диаграммы на рис. 1 ясно видно, что задержка в развитии побегов у обоих видов проявляется в том случае, когда на длине дня, неблагоприятной для цветения, находится основание, т. е. половинка листа, примыкающая к черешку и стеблю (вар. 4, 3).

Можно было думать, что эта задержка вызывается удлинением пути передвижения для продуктов обмена, вырабатывающихся в верхней части листа на благоприятной длине дня и необходимых для цветения. Но это предположение отпадает, так как при выдерживании ос-

нования листа в темноте (вар. 5) расстояние не сокращается, а задержка в развитии побегов устраняется. Можно было предполагать, что в основании листа, находящемся на неблагоприятной длине дня, происходит инактивация продуктов обмена, притекающих из верхушки и необходимых для цветения. Но это предположение также отпадает, так как наши исследования характера развития побегов, находившихся под влиянием листьев различного фотопериодического режима, показали, что на неблагоприятной длине дня в листьях растений каких-либо веществ, инактивирующих продукты обмена, необходимые для цветения, не образуется (³).

Таким образом, наиболее правильным является предположение о том, что при различном световом режиме для двух половинок одного и того же листа в них возникает различное физиологическое состояние и обмен веществ различной направленности, продукты которого передвигаются в стеблевые почки и вызывают соответственный эффект, тем больший, чем скорее эти продукты достигают меристем стеблевых почек. Если в стеблевые почки скорее попадают продукты обмена листьев, находящихся на неблагоприятной длине дня, то идет образование листовых зачатков; если же быстрее притекают продукты обмена листьев, находящихся на благоприятной длине дня, то идет закладка цветочных зачатков.

Для изучения различий в физиологическом состоянии различных половинок одного и того же листа в связи с дифференцированным световым режимом нами были использованы цветные реакции на крахмал и на белок, которые оказались весьма удобными для обнаружения распределения этих веществ (⁴).

С этой целью нами в вегетационный сезон 1953 года в Институте физиологии растений Академии наук СССР были поставлены опыты с периллой красной и рудбекией. В опыте с периллой, начатом 27.VIII, были взяты взрослые вегетирующие растения с 2—4 листьями и пазушными побегами, все время находившиеся на длинном дне; в опыте с рудбекией, начатом I.IX, были взяты розеточные растения с 4 листьями, выращенные в условиях короткого дня. Листья растений полностью или наполовину закрывались светонепроницаемыми бумажными футлярами с 6 часов вечера до 8 час. утра следующего дня по такой же пятивариантной схеме, какая приведена в табл. 1.

Дифференцированное фотопериодическое воздействие продолжалось для листьев периллы 25 дней и для листьев рудбекии 20 дней. По истечении этого срока листья были срезаны, обесцвечены в спирту и с помощью цветных реакций проявлены на содержание крахмала и белка. Для обнаружения крахмала использовался раствор иода в иодистом кали (1 г иода на 2 г иодистого кали в 2,4 л воды) и для обнаружения белка—0,25% раствор нингидрина.

Результаты этих определений приводятся в табл. 2 и на рис. 2.

Распределение крахмала в листьях периллы и рудбекии оказалось точно соответствующим зонам влияния длинного и короткого дня и темноты. В листьях периллы и рудбекии, целиком находившихся на длинном дне, крахмала было больше, чем в листьях на коротком дне, и соответственно этому в половинках листьев, находившихся на длинном дне, крахмала было больше, чем в половинках тех же самых листьев, находившихся на коротком дне.

Таблица 2

Распределение крахмала и белка в листьях растений в связи с дифференцированным фотопериодическим воздействием

Растение	Д	К	$\frac{Д}{К}$	$\frac{К}{Д}$	$\frac{К}{Т}$	$\frac{Д}{Т}$
	1	2	3	4	5	
		К р а х м а л				
Перилла красная	2+	1	$\frac{3}{2}$	$\frac{2}{2+}$	$\frac{+}{-}$	
Рудбекия	4	1	$\frac{2}{+}$	$\frac{+}{3}$		$\frac{2+}{-}$
		Б е л о к				
Перилла красная	3	3	$\frac{3}{3+}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{2+}{2}$	
Рудбекия	2	4	$\frac{3}{3}$	$\frac{2}{2}$		$\frac{4}{2+}$

В распределении белка такого четкого соответствия зонам влияния длинного и короткого дня не выявилось. Хотя в листьях периллы и рудбекии, целиком находившихся в условиях короткого дня, содержание белка было выше, чем в листьях на длинном дне, тем не менее зональность в распределении белка хорошо обнаружилась только в двух вариантах: в половинках листьев периллы и рудбекии, находившихся в темноте, белка было меньше, чем в половинках, находившихся на длинном или коротком дне (вар. 5), и в верхушке листа периллы на длинном дне белка было меньше, чем в основании на коротком дне (вар. 3).

Полученные результаты показывают, что образование крахмала, и, повидимому, белка в листе растения идет локально, в зависимости от условий светового режима. При этом у периллы ускорение развития побега происходит в тех случаях, когда лист целиком или его основание, примыкающее к черешку, богаты белком и относительно меньше содержат крахмала. У рудбекии, наоборот, ускорение развития побега идет в тех вариантах, в которых лист целиком или его основание богаты крахмалом и относительно меньше содержат белка.

Такое различие в реакции побегов периллы и рудбекии на соотношение в содержании в листьях крахмала и белка вполне совпадает с ранее полученными нами данными (¹), согласно которым корот-

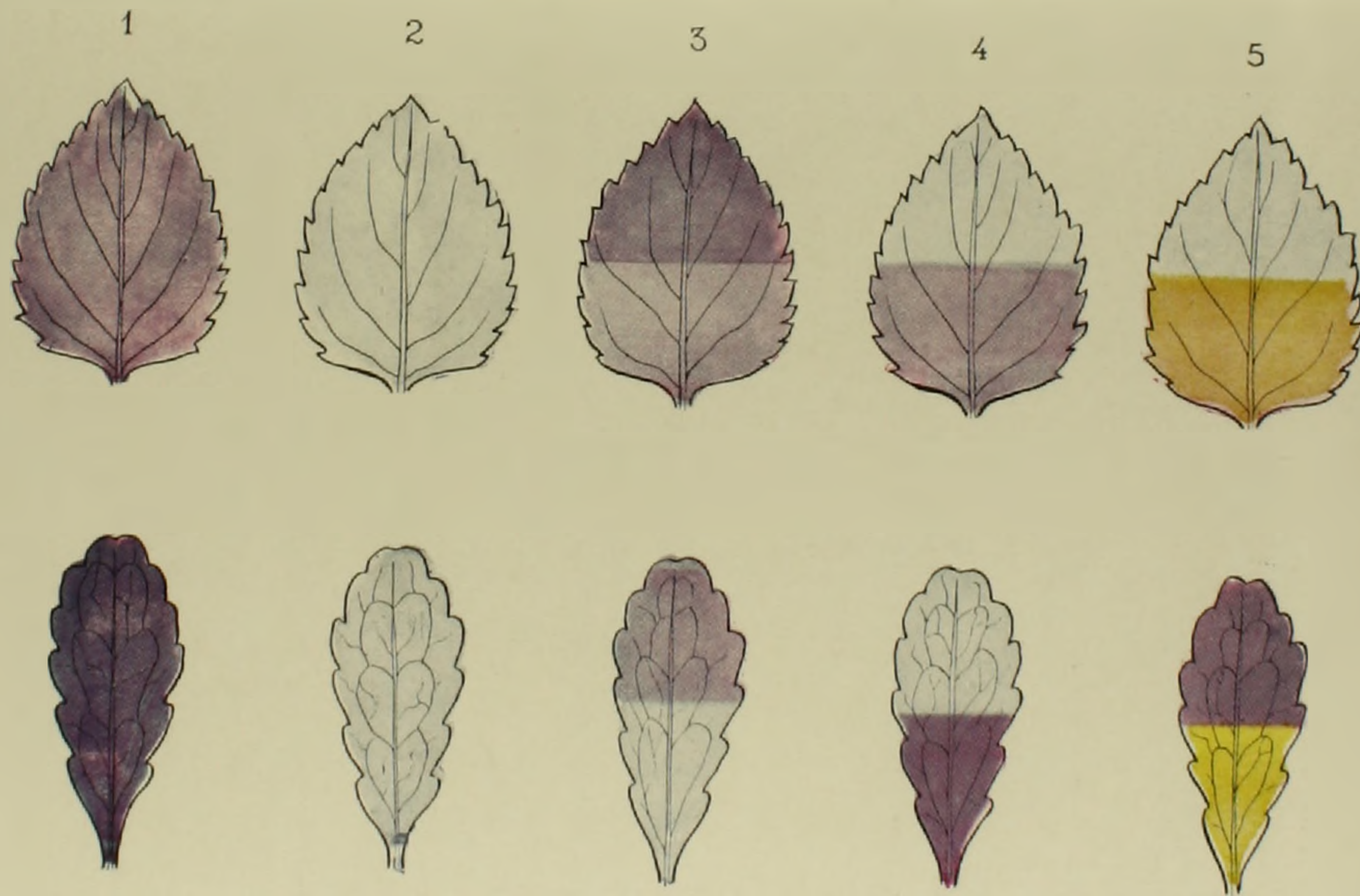


Рис. 2. Распределение крахмала в листьях периллы красной (верхний ряд) и рудбекии (нижний ряд) в связи с дифференцированным фотопериодическим воздействием.

кодневные виды (просо, кукуруза, табак, перилла и другие) зацветают быстрее при более высоком уровне азотного питания и при обеднении листьев сахарами, а длиннодневные виды (пшеница, овес, горчица, шпинат и другие), наоборот, скорее зацветают при более низком уровне азотного питания и при обогащении листьев сахарами.

Локализованное распределение крахмала и белка в листьях, конечно, не является непосредственной причиной ускорения или задержки в развитии побегов, поскольку в целом одни лишь изменения в углеводно-белковом обмене не могут обусловить качественных сдвигов в процессах зацветания растений. Однако, являясь выражением значительных изменений в направленности обмена веществ в зависимости от характера фотопериодического воздействия, то или иное распределение крахмала и белка, повидимому, связано с образованием в листьях тех продуктов обмена, которые необходимы для цветения растений.

Можно полагать, что образование этих продуктов обмена происходит только в тех половинках листьев, которые находятся на благоприятной длине дня.

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

Ս. Խ. ՉԱՅԼԱԽՅԱՆ

Օսլայի և սպիտակուցի լոկալիզացիան բույսերի տերևներում՝ կապված դիֆերենցված ֆոտոպերիոդիկ ազդեցության հետ

Կարճ օրվա՝ կարճիկ պերիոդի և երկար օրվա՝ բուդրեկիա բույսերի ճյուղերի զարգացման համեմատություները պարզել է, որ պերիոդի ճյուղերի մոտ ծաղկումը տեղի է ունենում այն դեպքում, երբ նրա տերևի ցածի կեսը գտնվում է կարճ օրվա պայմաններում և կասեցվում է այն, երբ տերևի ցածի մասը գտնվում է երկար օրում: Բուդրեկիայի մոտ հակառակն է տեղի ունենում՝ ծաղկումն արագանում է, եթե տերևի հիմքը գտնվում է երկար օրում և կասեցվում է այն, երբ տերևի հիմքը գտնվում է կարճ օրվա պայմաններում:

Օսլայի և սպիտակուցների առկայություներն ապացուցող, գունավոր ունակցիայի օդնությամբ, հնարավոր եղավ ցույց տալ, որ տերևների կեսերի ֆիզիոլոգիական վիճակը, գտնվելով երկար և կարճ օրվա պայմաններում, խիստ տարբեր է: Հիշված երկու տեսակի բույսերի տերևների կեսերը կարճ օրում պարունակում են համեմատաբար ավելի շատ սպիտակուց և քիչ օսլա, իսկ երկար օրում՝ համեմատաբար շատ օսլա և քիչ սպիտակուց:

Այսպիսով, պերիոդի ճյուղերի ծաղկման արագացումը համապատասխանում է տերևի հիմքի այնպիսի ֆիզիոլոգիական վիճակի, երբ նրա մեջ համեմատաբար շատ է սպիտակուցը և քիչ օսլան: Բուդրեկիայի ծաղկման արագացումն ընդհակառակը՝ համապատասխանում է տերևի հիմքի այնպիսի ֆիզիոլոգիական վիճակի, երբ օսլան մեծ, և սպիտակուցների փոքր քանակ է պարունակվում:

Տերևներում, օրվա տեղության ազդեցությամբ առկա կատարվող սպիտակուցների և ածխաջրատների շրջանառության փոփոխություները չեն հանդիսանում որպես ճյուղերի ծաղկման անմիջական պատճառ: Այնուամենայնիվ նրանք հանդիսանում են նյութափոխանակության ընթացքի այն փոփոխություներ, որտեղ հայտնի է, որի հետևանքով տերևներում առաջանում են նյութեր, որոնք հոսում են դեպի ցողունային բողբոջները և անհրաժեշտ են ճյուղերի ծաղկման համար:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԳՈՐԶՈՒՆ

- ¹ М. Х. Чайлахян, ДАН СССР, т. 47, № 2; т. 48, № 5 (1945). ² М. Х. Чайлахян, ДАН СССР, т. 47, № 3 (1945). ³ М. Х. Чайлахян, ДАН СССР, т. 55, № 1 (1947). ⁴ М. Х. Чайлахян, Изв. АН АрмССР, серии биол. и сельхоз. наук, т. VIII, № 7 (1955).

ФИЗИОЛОГИЯ

Т. Г. Урганджян

Роль коры больших полушарий головного мозга в компенсаторных приспособлениях после перерезки передней половины спинного мозга у собак*.

(Представлено Л. А. Оганесяном 1 III 1955)

Изучение физиологических функций организма после различного рода органических повреждений как центральной нервной системы, так и периферических органов и разработка общей теории пластичности является одной из важных проблем современной физиологии и медицины.

Вот почему И. П. Павлов, касаясь этой темы, в 1932 г. писал: *„Мне кажется, что до сих пор специально в физиологии нервной системы недостаточно оценен и даже не формулируется ясно и постоянно этот в высшей степени важный принцип“*⁽¹⁾ (принцип пластичности — Т. У.).

Многими экспериментаторами изучались последствия различного рода хирургических повреждений спинного мозга — перерезка боковой половины, перерезка задних половин и задних столбов, расщепление отдельных сегментов и т. д., а также динамика восстановления нарушенных функций. Э. А. Асратян и его сотрудники показали, что у высших животных кора больших полушарий головного мозга играет при вышеуказанных вариантах повреждений спинного мозга решающую роль в процессе восстановления нарушенных функций.

Неизученными в этом комплексе исследований оставались последствия перерезки передней половины спинного мозга и механизм компенсаторных приспособлений после этого повреждения. Исследованием этого вопроса в лаборатории Э. А. Асратяна мы и занялись.

Мы поставили перед собой задачу: во-первых, по возможности детально и систематически в условиях длительного хронического эксперимента изучить картину нарушений и динамику восстановления функций (собак) после перерезки передней половины спинного мозга; во-вторых, выяснить роль коры больших полушарий головного мозга в развитии компенсаторных приспособлений после этой операции.

* Работа выполнена в Физиологической лаборатории АН СССР.

Для решения этих задач было оперировано 13 собак. Передняя половина спинного мозга перерезалась на уровне средних грудных позвонков. В целях изучения характера нарушений, вызванных этой операцией, а также в целях изучения динамики развития компенсаторных приспособлений, были использованы следующие тесты физиологических исследований.

1) Систематические клинические наблюдения за состоянием животных с фотографированием, киносъемкой и протоколированием поведения их на различных этапах восстановления функций. 2) Выработка электрооборонительных условных рефлексов в норме и после оперативного вмешательства. 3) Определение порогов сгибательного рефлекса. 4) Измерение тонуса мышц задних конечностей. 5) Измерение температуры кожи конечностей. 6) Измерение хронаксии моторных нервов задних конечностей и изучение утомляемости мышц.

Все эти исследования проводились на собаках сначала в здоровом состоянии, а в дальнейшем после каждого оперативного вмешательства; а именно: после перерезки передней половины спинного мозга и удаления коры одного из больших полушарий головного мозга. Исследования проводились до предельного восстановления нарушенных функций, а после удаления коры второго полушария большого мозга в течение 6 месяцев.

У всех подопытных собак поперечная перерезка передней половины спинного мозга вызывала исключительно глубокие и довольно длительные нарушения двигательных, чувствительных и вегетативных функций организма ниже уровня перерезки.

После операции наблюдался глубокий спинальный шок, выражающийся в отсутствии рефлекторных движений на механическое раздражение конечностей — кратковременное (в течение 8—36 часов) на передних и довольно длительное (3—5 дней) — на задних. После указанных сроков начиналось весьма медленное и постепенное восстановление угасшей рефлекторной активности конечностей, рефлекторные движения хотя и появились, но были слабо выражены.

После спинальной операции нарушается функция стояния, ходьбы и бега, наблюдается быстрая утомляемость сгибательного рефлекса, заметно удлиняется моторная хронаксия нервов задних конечностей и повышается тонус их мышц, особенно разгибательной группы. Наряду с этим повышается порог сгибательного рефлекса, значительно повышается температура кожи парализованных конечностей, наблюдается расстройство функций тазовых органов, появляются трофические язвы и исхудание ниже уровня операции.

Все оперированные собаки на второй день после операции могли сидеть. Функция ходьбы и бега почти полностью восстановилась у молодых собак через 25—30 дней, у старых через 30—40 дней. По мере восстановления двигательных функций, хронаксия моторных нервов задних конечностей укорачивалась до величины хронаксии, полученной в норме; удлинялось время рефлекторной утомляемости сги-

бательного рефлекса задних конечностей, восстанавливался нормальный тонус мышц обеих задних конечностей; полностью восстанавливалась нормальная температура кожи; понижался порог сгибательного рефлекса до нормы. Следует отметить, что процесс восстановления моторики совпадает с восстановлением ранее образованных, но исчезнувших после операции электрооборонительных условных рефлексов.

Постепенный характер восстановления нарушенных функций у собак, как неоднократно подчеркивал Э. А. Асратян (-), уже может служить косвенным доказательством условно рефлекторного механизма компенсаторных приспособлений.

Об участии коры больших полушарий головного мозга в восстановлении утраченных функций еще ярче свидетельствуют данные о возможности выработки двигательных электрооборонительных условных рефлексов после операции с задних конечностей.

Для выяснения скорости и характера выработки условных рефлексов до и после операции (перерезки передней половины спинного мозга, удаления коры одного из больших полушарий головного мозга) все подопытные собаки были разделены нами на три группы. У первой группы подопытных животных (4 собаки) мы вырабатывали электрооборонительные условные рефлексы на звонок, свет и касалку еще в здоровом состоянии и лишь после их закрепления производили перерезку передней половины спинного мозга. У второй группы (2 собаки) сначала перерезали переднюю половину спинного мозга и после этого вырабатывали условные рефлексы. У животных третьей группы (2 собаки) электрооборонительные условные рефлексы впервые вырабатывали после двух операций: перерезки передней половины спинного мозга и удаления коры одного из больших полушарий головного мозга.

У здоровых собак для выработки условных рефлексов требовалось 20—25 сочетаний условного и безусловного раздражителей. После перерезки передней половины спинного мозга образованные ранее условные рефлексы исчезали и появлялись лишь после дополнительного применения еще 17—22 сочетаний (рис. 1 и 2). У собак второй

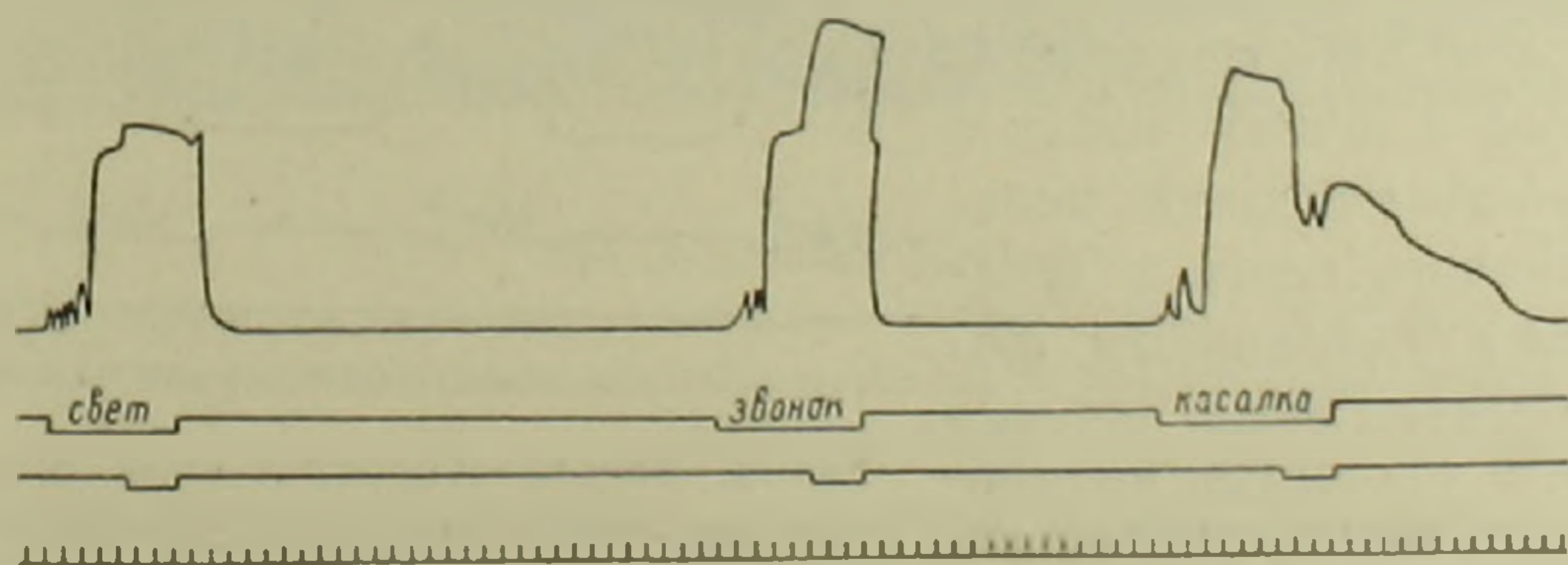


Рис. 1. Электрооборонительные условные рефлексы до операции (собака „Асланка“).

Обозначения сверху вниз: запись двигательной реакции конечности, отметка условного и безусловного раздражения, отметка времени (деление равно 1 сек.).

группы, у которых условные рефлексы впервые вырабатывались после перерезки передней половины спинного мозга. для выработки условных рефлексов на свет, касалку и звонок требовалось 45—75 сочетаний. У собак третьей группы, у которых условные рефлексы впервые вырабатывались после перерезки передней половины спинного мозга и удаления коры одного полушария, для образования новых условных рефлексов требовалось 180—220 сочетаний (рис. 3).

Тот факт, что условные рефлексы могли быть образованы и у собак второй и третьей группы, с особой убедительностью доказывает наличие связи коры больших полушарий головного мозга с пораженными, задними конечностями, несмотря на анатомический перерыв пирамидных путей, проходящих в передней половине спинного мозга, и этим самым обосновывает наш основной вывод о решающей роли коры больших полушарий головного мозга в осуществлении компенсаторных приспособлений и после изученного нами повреждения спинного мозга. Однако, чтобы получить прямое доказательство в пользу предположения о решающей роли коры больших полушарий головного мозга в процессе компенсации описанных нарушений и установить пределы этого участия, мы хирургическим

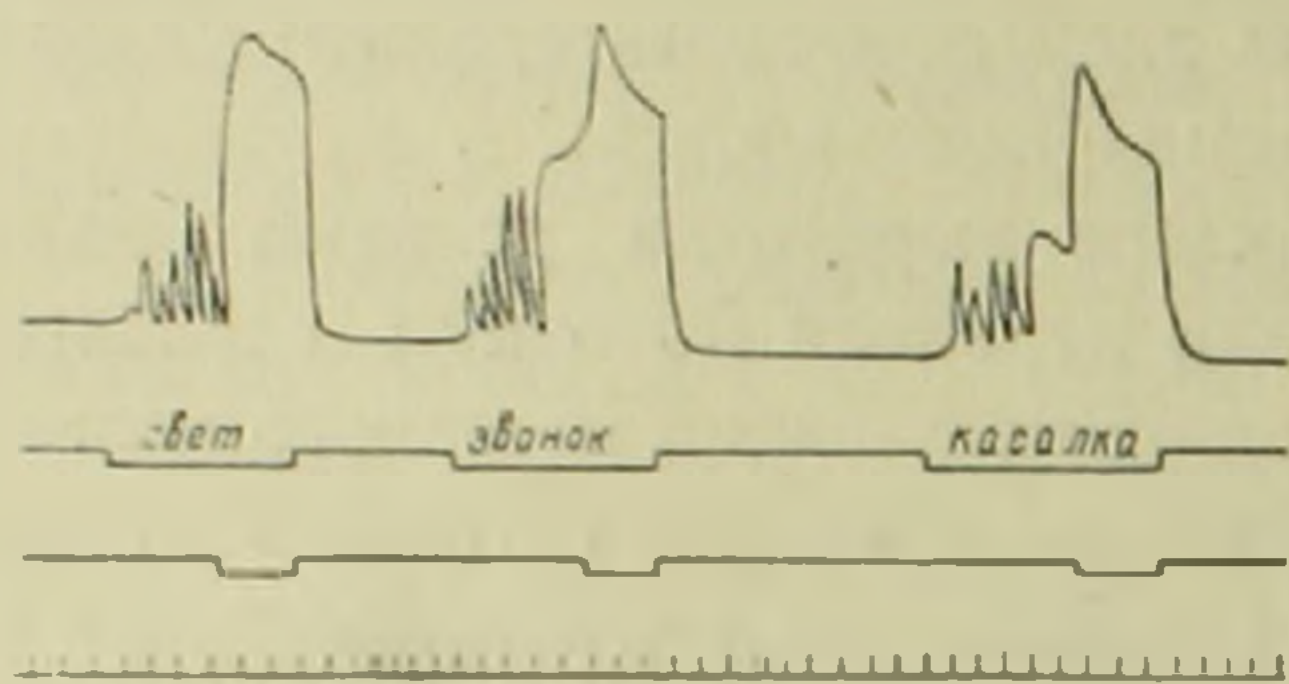


Рис. 2 Электрооборонительные условные двигательные рефлексы после перерезки передней половины спинного мозга. (Собака „Асланка“.) (Обозначения см. рис. 1).

путем удаляли кору больших полушарий головного мозга у наших подопытных животных.

Удаление коры больших полушарий головного мозга мы обычно производили в два приема. Сначала удалялась кора одного из больших полушарий, а затем, через несколько месяцев, т. е. после вторичного развития компенсаторных приспособлений до предельного уровня, удалялась кора больших полушарий головного мозга и с другой стороны. С этой целью у девяти собак с перерезанной передней половиной спинного мозга и установившимся предельным фоном компенсаторных приспособлений и прочными выработанными условными рефлексами была удалена кора больших полушарий: у пяти собак слева и у четырех — справа. В хронических условиях от 4 до 18 месяцев под наблюдением было шесть собак.

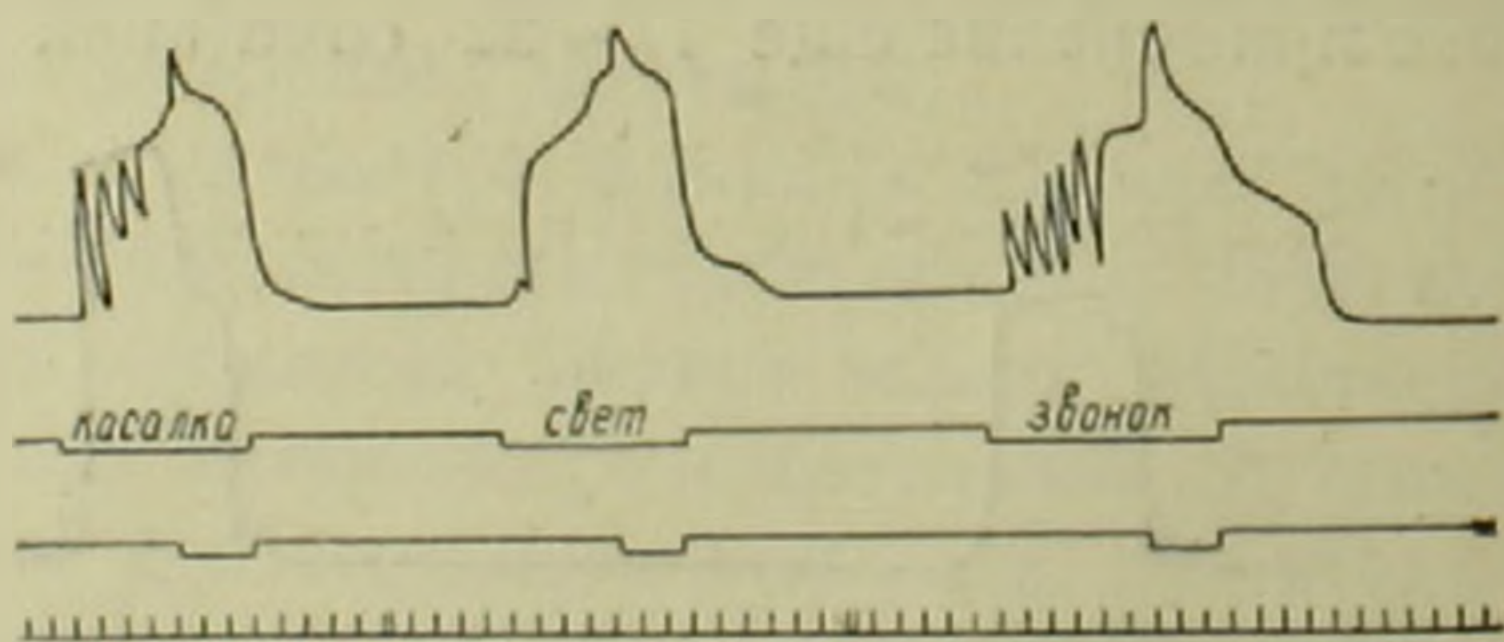


Рис. 3. Электрооборонительные условные рефлексы после перерезки передней половины спинного мозга и удаления коры одного из больших полушарий головного мозга. (Собака „Шоколадная“.) (Обозначения см. рис. 1).

После удаления коры больших полушарий головного мозга с одной стороны у всех собак наблюдался полный моторный паралич зад-

них и быстро проходящий — передних конечностей. С пятого-шестого дня у всех собак появлялась та же картина нарушений, которая наблюдалась после перерезки передней половины спинного мозга. Все эти нарушения функций были особенно резко выраженными на стороне, противоположной корковой операции, однако, с течением времени нарушенные функции вновь восстанавливались, правда в более длительные сроки, чем после первой операции. Спустя 1,5 — 2 месяца после удаления коры одного из больших полушарий головного мозга, в моторике собак достигалась та же степень совершенства, какая была до операции: они начинали свободно пользоваться задними конечностями при ходьбе, беге и игре.

Спустя 4 месяца после удаления коры одного из больших полушарий головного мозга, с одной стороны у пяти собак была удалена кора второго полушария. Удаление коры второго полушария большого мозга у всех собак снова вызывало глубокие моторные, чувствительные и трофические нарушения, т. е. полное исчезновение ранее образованных компенсаторных приспособлений. Картина нарушения функций организма, вызванная третьей операцией, т. е. удалением коры второго полушария, была в основном такой же, какую мы наблюдали после перерезки передней половины спинного мозга и повторно наблюдали после удаления коры одного из больших полушарий головного мозга, но восстановление нарушенных функций у этих собак не наступило.



а

б

Рис. 4. Собака „Дамка“.

а — после перерезки передней половины спинного мозга и удаления коры одного из больших полушарий головного мозга; б — после удаления коры второго полушария головного мозга.

У всех четырех подопытных животных после удаления коры второго полушария опорные и локомоторные функции задних конечностей, т. е. функции стояния, ходьбы и бега не восстановились в течение 6—7 месяцев наших наблюдений (рис. 4а, б). Ранее образованные электрооборонительные условные рефлексы у них бесследно исчезли и больше не восстанавливались.

В отличие от соматических функций, вегетативные функции у этих собак со временем в значительных пределах восстановились.

Это свидетельствует о том, что соматические и вегетативные функции подчиняются корковой регуляции не в одинаковой степени.

Соответствующие сдвиги в тонусе мышц и хронаксии нервов, в рефлекторной возбудимости и температуре конечностей после удаления коры одного и двух полушарий представляют собой существенное подтверждение этого положения.

Общим и наиболее существенным заключением из полученных нами данных является следующее: у взрослых собак кора больших полушарий головного мозга играет решающую роль в восстановлении двигательных, чувствительных и вегетативных функций организма, нарушенных весьма глубоко и длительно в результате перерезки передней половины спинного мозга на уровне средних грудных позвонков.

Свою ведущую роль в развитии сложных компенсаторных приспособлений в изученном нами варианте хирургического повреждения спинного мозга кора осуществляет посредством образования новых условно рефлекторных связей, посредством своего трофического влияния на нижележащие отделы центральной нервной системы и регуляции безусловно рефлекторной деятельности.

Институт физиологии
Академии наук Армянской ССР,
Физиологическая лаборатория
Академии наук СССР

Տ. Գ. ՈՒՐԱՆՋՅԱՆ

Մեծ ուղեղի կիսագնդերի կեղևի ղերը կոմպենսատոր հարմարողականության պրոցեսում ողնուղեղի առաջնային կեսի կտրվածքից հետո

Ա. Ն. Հասրաթյանի կողմից մեր առաջ խնդիր էր դրված՝ հնարավորության սահմաններում մանրակրկիտ և սխտեմատիկ կերպով փորձի քրոնիկական սլայմաններում ուսումնասիրել առաջացած խանգարումները և ֆունկցիաների վերականգնման զինամիկական ողնուղեղի առաջնային կեսի կտրվածքի ժամանակ, ապա պարզել մեծ ուղեղի կիսագնդերի կեղևի ղերն այդ պրոցեսում:

Առաջադրված խնդրի կատարման համար օպերացիայի են ենթարկվել 13 մեծահասակ շներ:

Ողնուղեղի առաջնային կեսի կտրվածքը բոլոր շների մոտ առաջացնում է շարժողական, զգացողական և վեգետատիվ ֆունկցիաների խորը և երկարատև խանգարումներ:

Այդ խանգարումները երիտասարդ շների մոտ 25—30 օրվա, իսկ մեծահասակ շների մոտ 30—40 օրվա բնթացքում լրիվ վերանում են:

Մեծ ուղեղի կիսագնդերի կեղևի ղերն ողնուղեղի առաջնային կեսի կտրվածքից առաջացած խանգարումների վերականգնման պրոցեսում ցույց է տալիս այն փաստը, որ հիշյալ սլայմաններում հնարավոր է մշակել էլեկտրո-սլայտսլտնողական սլայմանական ռեֆլեքսներ:

Մեծ ուղեղի կիսագնդերի կեղևի ղերը վերականգնման պրոցեսներում ուղղակի ճանապարհով ցույց տալու համար վերոհիշյալ շների մոտ կատարված է կիսագնդերի կեղևի երկկողմանի հեռացում:

Ստացված տվյալները ցույց են տալիս, որ վերոհիշյալ սլայմաններում տեղի է ունենում զեկոմսկենսացիա, մշակված սլայմանական ռեֆլեքսների լրիվ վերացում, որոնք ենթակա չեն վերականգնման:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ И. П. Павлов, Полное собрание трудов, т. III, 1951. ² Э. А. Асратян, Физиология центральной нервной системы, 1953.