ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ

XV, № 3
1952

Խմբագրական կոլեգիա

Գ. Ս. ԴԱՎԹՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ, Ա. Լ. ԹԱԽՏԱՋՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ, Մ. Մ. ԼԵԲԵԴԵՎ (պատ. քարտուղար), Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՁՈՒՄՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ (պատ. խմբագիր), Ա. Լ. ՄՆՋՈՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ, Ա. Գ. ՆԱԶԱՐՈՎ, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ, Մ. Գ. ՆԵՐՍԻՍՅԱՆ, ՀՍՍՌ ԳԱ թղթակից անդամ:

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРЦУМЯН, действ. чл. АН Арм. ССР (отв. редактор), Г. С. ДАВТЯН, действ. чл. АН Арм. ССР, М. М. ЛЕБЕДЕВ (отв. секретарь), А. Л. МНДЖОЯН, чл.-корресп. АН Арм. ССР, А. Г. НАЗАРОВ, чл.-корресп. АН Арм. ССР, М. Г. НЕРСИСЯН, действ. чл. АН Арм. ССР, А. Л. ТАХТАДЖЯН, чл.-корресп. АН Арм. ССР.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ

ԵՐԵՎԱՆ ЕРЕВАН

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Էջ

Ֆիզիկա

Ն. Մ. Բոչարյան, Գ. Ս. Սահակյան—*Մեծ էներգիա ունեցող պրոտոնների ոչ իոնիզացիոն կորուստների մասին* 65

Հիդրոմեխանիկա

Լ. Հ. Հովհաննիսյան—*Ընդլայնական ցիրկուլացիայի մասին ճնշման խողովակի ոլորման դեպքում* 71

Էլեկտրոտեխնիկա

Լ. Ա. Գրիգորյան—*Կարգավորման սխեմաներում օգտագործվող ճկուն հետադարձ կապով մագնիսական ուժեղացուցիչների անցողիկ պրոցեսները* . . . 79

Կենդանաբանություն

Պ. Պ. Ղամբարյան—*Պրոմեթեյան դաշտամկան բների կազմության առանձնահատկությունները* 85

Միջատաբանություն

Հ. Ե. Տերտերյան—*Մլակների* (Diptera, Simuliidae) *նոր տեսակներ Հայկական ՍՍՌ-ից* 89

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Физика

Н. М. Кочарян, Г. С. Саакян—К неионизационным потерям протонов больших энергий 65

Гидромеханика

Л. А. Оганесян—О поперечной циркуляции в напорной трубе на ее повороте 71

Электротехника

Л. А. Григорян—Переходные процессы в магнитных усилителях с гибкой обратной связью, применяемых в схемах регулирования 79

Зоология

П. П. Гамбарян—Особенности строения нор прометеевой полевки . . . 85

Энтомология

А. Е. Тертерян—Новые виды мошек (Diptera, Simuliidae) из Армянской ССР 89

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XV 1952 3

ФИЗИКА

Н. М. Кочарян, Г. С. Саакян

К неионизационным потерям протонов больших энергий

(Представлено А. И. Алиханяном 4 III 1952)

1. В ряде работ ([1, 2, 3]) последних лет по изучению спектра масс частиц космического излучения, проведенных в Физическом институте Академии наук Армянской ССР, было установлено, что в поглотителях, наряду с протонами импульса порядка $6.10^8 \frac{ev}{c}$ останавливаются также в сравнительно большом количестве положительно заряженные частицы, импульс которых превышает $6.10^8 \frac{ev}{c}$. Если предположить, что причиной остановки этих частиц являются только ионизационные потери, то следовало бы приписать им массу, большую массы протона.

В настоящей работе показывается, как это уже отмечалось ранее ([9]), что основная часть этих частиц является протонами, остановившимися в поглотителях благодаря ядерным столкновениям с нуклеонами вещества.

Наши дальнейшие рассуждения относятся к типичной установке магнитного масспектрографа Алиханяна—Алиханова, в которой под магнитом обычно устанавливаются несколько рядов фильтров с расположенными между ними рядами счетчиков для регистрации частиц.

Для облегчения расчетов мы будем пользоваться эмпирической формулой[1].

$$R = C_1 p^3 = CE^{3/2}\left(1+\frac{E}{2Mc^2}\right)^{3/2}, \tag{1}$$

где E и p — кинетическая энергия и импульс протона, соответствующие ионизационному пробегу R, Mc^2 — энергия покоя протона.

[1] Нужно отметить, что наилучшее согласие с кривой Росси получается для меди при:

$$R = 0{,}4\cdot 10^{-7} p^{3{,}2}$$

Для меди $C_1 = 1{,}41 \cdot 10^{-7} \dfrac{г}{\left(\dfrac{ev}{c}\right)^3}$,

$$C = 1{,}15 \cdot 10^{-2} \frac{г}{см^2 Mev^{3/2}}.$$

В дальнейших расчетах при $E < Mc^2$ будем пользоваться соотношением

$$R = cE^{3/2}. \tag{2}$$

Эти формулы хорошо согласуются с кривой Росси в довольно широком интервале пробегов от $1 \dfrac{г}{см^2}$ до $100 \dfrac{г}{см^2}$.

Пусть распределение протонов по их энергиям дается формулой

$$dn(E) = \frac{a}{E^{\gamma}} dE, \tag{3}$$

где E — кинетическая энергия частиц после выхода из магнитного поля, т. е. до входа в вещество, а a и γ — некоторые постоянные. Исходя из (2) не трудно определить энергию $E(x)$ частиц в веществе на глубине x

$$E(x) = \left(E^{3/2} - \frac{x}{C}\right)^{3/2}. \tag{4}$$

Число протонов, застрявших из-за ионизационных потерь в слое $x_2 - x_1$ вещества, согласно (3), равно:

$$\Delta n(E_0) = \frac{a}{E_0^{\gamma}} \Delta E, \tag{5}$$

где

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \left(\frac{x_2}{C}\right)^{3/2} - \left(\frac{x_1}{C}\right)^{3/2},$$

$$E_0 = \left(\frac{x_1 + x_2}{2C}\right)^{3/2} = \left(\frac{x_0}{C}\right)^{3/2}.$$

2. Теперь определим число протонов с энергией $E \geqslant E_2$, остановившихся в этом же слое $x_2 - x_1$ поглотителя, вследствие претерпеваемых ими ядерных столкновений до их входа в слой $x_2 - x_1$. Для этого необходимо знать поперечные сечения рассеяния протонов на протонах и нейтронах.

Результаты экспериментальных работ [4, 5, 6] можно выразить следующей эмпирической формулой, дающей дифференциальное поперечное сечение рассеяния протонов больших энергий (75—340 *Mev*) на нуклеонах:

$$d\sigma(E;\varepsilon) = \sigma_0 \left(1 + \frac{b}{E}\right) \frac{d\varepsilon}{E}, \tag{6}$$

где E — энергия падающей частицы в лабораторной системе,
ε — энергия, переданная покоящемуся нуклеону,

$$\sigma_0 = 2{,}9 \cdot 10^{-26} см^2; \quad b = 146\, Mev.$$

Формула (6) хорошо подогнана для $p-p$ рассеяния, за исключением малых углов рассеяния $\vartheta \lesssim 10°$, где она, повидимому, не соответствует действительности. Но не трудно видеть, что эта неточность при малых углах не должна заметно сказаться на результатах наших вычислений. Что же касается $p-n$ рассеяния, то формула (6) дает правильный результат для полного сечения (угловое распределение для $p-n$ столкновений экспериментально еще не определялось).

Сравнительно быстрые протоны после ядерного столкновения на расстоянии x от места входа в вещество дойдут до слоя x_2-x_1, если их энергия $E(x)$ удовлетворяет неравенству

$$E(x) - \varepsilon \geqslant E_1(x). \tag{7}$$

Но, с другой стороны, чтобы они остановились в том же слое, необходимо

$$E(x) - \varepsilon \leqslant E_2(x). \tag{8}$$

Если рассматривать ядро как вырожденный газ Ферми протонов и нейтронов, то для числа ν протонов, остановившихся в слое $x_2 - x_1$ благодаря ядерным столкновениям до этого слоя из (3), (4), (6), (7) и (8), получаем:

$$\nu = N_0 \int\limits_{E_2} dn(E) \int\limits_0^{x_1} dx \int\limits_{E(x)-E_2(x)}^{E(x)-E_1(x)} f(\varepsilon).d\sigma(E(x),\varepsilon), \tag{9}$$

где N_0 — число Авогадро, а

$$f(\varepsilon) = \begin{cases} 1 - \left(1 - \dfrac{\varepsilon}{T}\right)^{3/2} & \text{при } \varepsilon < T \\ 1 & \text{при } \varepsilon \geqslant T \end{cases},$$

причем $T = 18\ Mev$ есть граничная энергия фермиевского распределения. Появление $f(\varepsilon)$ в (9) обусловлено необходимостью учета принципа Паули, а именно, находившийся в ядре нуклеон только в том случае может участвовать в столкновении, если переданная ему энергия $\varepsilon \geqslant T - W$, где W исходная энергия частицы в ядре.

Теперь определим распределение частиц (9) по их энергиям:

$$\frac{d\nu}{dE} = N_0\sigma_0 \frac{a}{E^\gamma} \int\limits_0^{x_1} \left(1 + \frac{b}{E(x)}\right) \frac{dx}{E(x)} \int\limits_{(x)-E_2(x)}^{E(x)-E_1(x)} f(\varepsilon) d\varepsilon. \tag{10}$$

В (10) не учтены ядерные столкновения в слое $x_2 - x_1$. Рассмотрим сперва ядерные столкновения протонов с нейтронами, при-

водящие к остановке протонов в этом слое. Для числа $\nu_п$ таких протонов из (3), (4) и (6) имеем:

$$\nu_п \approx \frac{1}{2} N_0 \int\limits_E^{\infty} dn(E) \int\limits_{x_1}^{x_2} dx \int\limits_{E(x)-E_m}^{E(x)-T} d\sigma[E(x),\varepsilon]. \tag{11}$$

Нижний предел первого интервала $E(x) - E_m$ выражает условие остановки протона в слое $x_2 - x_1$ после соударения с нейтроном. E_m — энергия, соответствующая ионизационному пробегу $\frac{x_2 - x_1}{2}$, а значение верхнего предела интеграла $E(x) - T$ вытекает из принципа Паули. Нижний предел второго интеграла E предполагается таким, чтобы во всех точках слоя $x_2 - x_1$ можно было применить газовую модель ядра.

Мы принимаем $E \approx E_0 + 100$ *Mev*. Для того, чтобы рассмотреть столкновения протонов с протонами, отметим, что в рассмотренном выше столкновении протона с нейтроном, последний, получивший энергию $\varepsilon \geqslant E(x) - E_m$, выйдет из слоя $x_2 - x_1$, но не будет зарегистрирован счетчиками (здесь мы имеем дело с явлением перезарядки протонов), тогда как в случае $p - p$ столкновения падающий протон застрянет в слое $x_2 - x_1$, но протон отдачи, получив энергию $\varepsilon \geqslant E(x) - E_m$, будет зарегистрирован счетчиками как первичный протон.

Отсюда ясно, что ввиду условия $x_2 - x_1 \ll x_1$, $p - p$ столкновение не может внести заметного вклада в число застрявших протонов в рассмотренном слое.

Пренебрегая в слое $x_2 - x_1$ зависимостью $E(x)$ от x, для распределения числа частиц (11) по их энергиям, получаем:

$$\frac{d\nu_п}{dE} \approx \frac{1}{2} N_0 (x_2 - x_1) \frac{a_0}{E^7} \frac{\sigma_0}{E(x_0)} \left(1 + \frac{b}{E(x_0)}\right)(E_m - T). \tag{12}$$

Для исключения из формул неизвестной постоянной a, найдем отношение β суммы чисел (9) и (11) к числу (5):

$$\beta = \frac{\nu + \nu_п}{\Delta n(E_0)}. \tag{13}$$

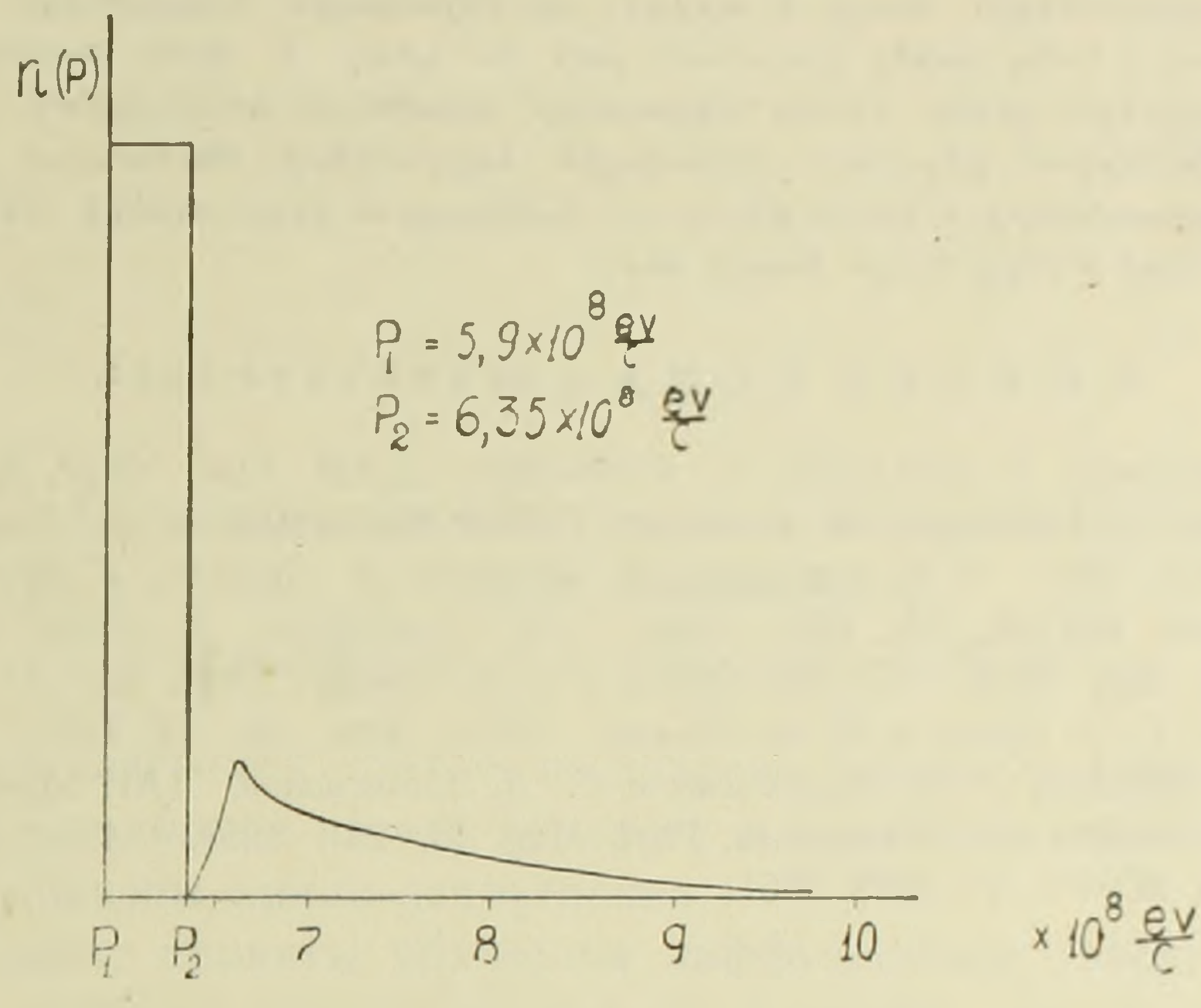
При $x_1 = 30 \frac{г}{см^2}$; $x_2 = 36{,}5 \frac{г}{см^2}$ получаем $\beta = 0{,}5$, что находится в неплохом согласии с экспериментом ([7]).

Найдем распределение по энергиям, т. е.

$$\frac{d\beta}{dE} = \frac{1}{\Delta n(E_0)} \frac{d(\nu + \nu_п)}{dE}. \tag{14}$$

На фиг. 1 приведены кривые $\Delta n(E_0)$ и $\frac{d\beta}{dE}$ для тех же пробегов,

без учета многократного рассеяния протонов в стенках счетчиков и конечных размеров координатных счетчиков. При учете их мы получили бы гауссовское распределение частиц, сильно искаженное с правой стороны.



Фиг. 1.

В заключение заметим, что при принятых нами газовой модели ядра и значении поперечного сечения столкновения нуклеона с нуклеоном, мы получаем, что при прохождении нуклеона через ядро в среднем имеет место

$$n \approx \frac{4}{3} R \frac{A}{\frac{4}{3}\pi R^3} \sigma = \frac{A\sigma}{\pi r^2} = \frac{\sigma A^{1/3}}{\pi r_0^2} \tag{15}$$

столкновений. Здесь $R = r_0 A^{1/3}$ есть радиус ядра ($r_0 = 1{,}5 \cdot 10^{-13}$ *см*), $\sigma = \sigma_0 \left(1 + \frac{b}{E}\right)$ – полное поперечное сечение столкновения нуклеона с нуклеоном.

Так, для средних ядер получаем $n \approx 2$, что находится в хорошем согласии с недавними экспериментами ([8]).

Авторы считают своим долгом выразить благодарность Е. Л. Фейнбергу за ценное обсуждение результатов настоящей работы.

Ереванский государственный университет
им. В. М. Молотова

Ն. Մ. ՋՈՋԱՐՅԱՆ, Գ. Ս. ՍԱՀԱԿՅԱՆ

Մեծ էներգիա ունեցող պրոտոնների ոչ իոնիզացիոն կորուստների մասին

Աշխատանքում ուսումնասիրված է պրոտոնների արգելակման մեխանիզմը շնորհիվ միջուկային պրոցեսների։ Ցույց է տրված, որ միջուկային հարվածների պատճառով պրոտոնը կարող է կանգ առնել վաղաժամ, քան նա պետք է կանգ առներ, եթե իր էներգիան կորցնելիս լիներ միայն միջավայրի ատոմների իոնիզացման պատճառով։ Պարզված է, որ տրված ֆիլտրում միջուկային հարվածների հետևանքով կանգ առած ավելի արագ պրոտոնների և նույն ֆիլտրում իոնիզացիոն կորուստների շնորհիվ կանգ առած պրոտոնների թվերը նույն կարգի են։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. Алиханян, А. Алиханов, А. Вайсенберг*, ДАН Арм. ССР, 5, 129, 1946. [2] *А. Алиханян, А. Алиханов, В. Морозов, Г. Мусхелишвили* и *А. Хримян*, ДАН СССР, 55, 1321, 1947. [3] *А. Алиханян, В. Морозов, А. Хримян, Г. Мусхелишвили* и *В. Камалян*, ЖЕТФ, 19, 1021, 1949. [4] *О. Чемберлен, Э. Сегр, К. Виганд*, Phys. Rev. 83. 923, 1951. [5] *С. Де. Сюрен* и *С. Б. Майер*, Phys. Rev. 81, 919, 1951. [6] *Р. В. Бирге, У. Э. Крузе* и *И. Ф. Рамзей*, Phys. Rev. 83, 274, 1951. [7] *Н. М. Кочарян, М. Т. Айвазян, З. А. Киракосян* и *С. Д. Кайтмазов*, ДАН Арм. ССР, 15, 33, 1952. [8] *В. О. Лок* и *Г. Екутиели*, Phyl. Mag. 43, 231, 1952. [9] *А. И. Алиханов* и *Г. П. Елисеев*. ЖЭТФ, 21, 1009, 1951.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XV 1952 3

ГИДРОМЕХАНИКА

Л. А. Оганесян

О поперечной циркуляции в напорной трубе на ее повороте

(Представлено И. В. Егиазаровым 25 IV 1952)

В предлагаемой статье поставлена задача о поперечной циркуляции в водоводе на его повороте в предположении больших радиусов кривизны линий закругления.

В основу приняты уравнения диффузионной теории турбулентности ([2]), которые, следуя идее А. К. Ананяна[1], для случая поперечной циркуляции в водоводе, удается упростить; для частного вида водовода—круглой трубы, можно получить обыкновенное линейное дифференциальное уравнение второго порядка.

Для логарифмического и эллиптического (по Караушеву) распределения продольных скоростей это уравнение приводится к уравнению Гаусса.

В отличие от работы А. К. Ананяна, где решается уравнение как в турбулентной, так и ламинарной зонах, в статье сделана попытка учесть влияние ламинарного подслоя в граничных условиях.

А. К. Ананяном принято упрощающее предположение о постоянстве коэффициента турбулентного перемешивания.

I. а) *Упрощения уравнений.* Предположим, что при больших радиусах кривизны:

1) циркуляционные компоненты $O\left(\frac{1}{R}\right)$ (будем обозначать $O\left(\frac{1}{R}\right)$ величины порядка $\frac{1}{R}$);

2) изменение по длине циркуляционных компонент $O\left(\frac{1}{R^2}\right)$;

3) коэффициент турбулентного перемешивания с точностью до $O\left(\frac{1}{R}\right)$ зависит от продольных скоростей;

[1] Эта идея изложена в неопубликованной диссертации А. К. Ананяна, любезно им предоставленной автору.

4) продольные скорости с точностью до $O\left(\frac{1}{R}\right)$ равны скоростям в призматическом водоводе.

Будем пренебрегать $O\left(\frac{1}{R^2}\right)$ по сравнению с $O\left(\frac{1}{R}\right)$.

В качестве криволинейных координат примем:

1) кривые s, равноудаленные от оси водовода;

2) кривые n, ортогональные к s,

3) ось y, направленную вертикально вверх.

Уравнение кривой, „параллельной" оси водовода

$$Y(x - \quad h\sin\varphi = y(x) + h\cos\varphi.$$

Здесь h — расстояние между „параллелями"

$$\varphi = \operatorname{arctg} y' = \frac{x}{R} + O\left(\frac{1}{R^2}\right);$$

$$y(x) = \frac{x^2}{2R} + O\left(\frac{1}{R^2}\right),$$

$$Y(u) = \frac{u^2}{2R} + h + O\left(\frac{1}{R^2}\right).$$

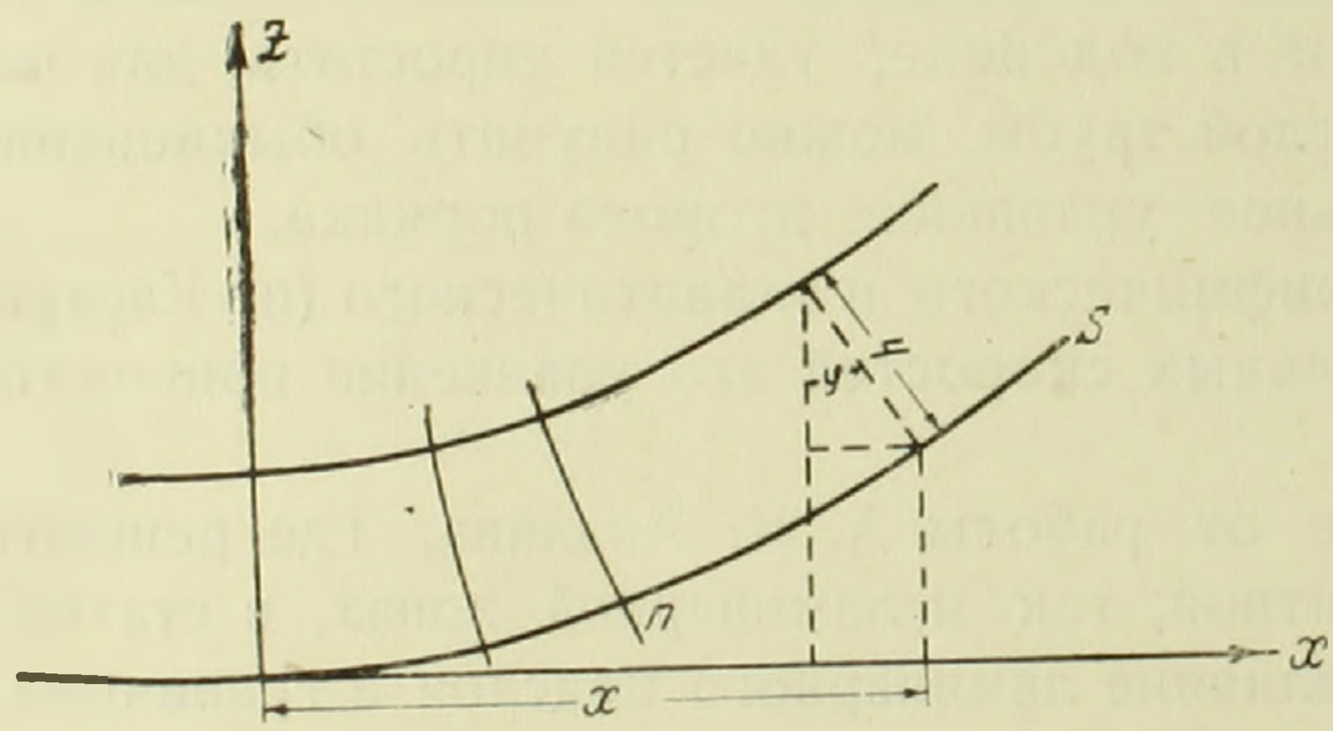


Рис. 1.

Из этого равенства следует, что в окрестности точки O кривые можно заменить, с точностью до $O\left(\frac{1}{R^2}\right)$, семейством окружностей с радиусом кривизны оси водовода R_0.

Поэтому возможен переход к полярным координатам.

Записав уравнение в полярных координатах ([1]) и заменив r через $R_0 + x$, получим:

$$O = \frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y}\right) - \frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{v_s^2}{R}, \tag{1}$$

$$O = \frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y}\right) - \frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial y}, \tag{2}$$

$$O = \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y}. \tag{3}$$

При этом из (3) следует существование такого $F(x, y)$, при котором

$$v_x = \frac{\partial F}{\partial y}, \quad v_y = -\frac{\partial F}{\partial x}.$$

Поставив v_x и v_y в уравнения (1), (2), продифференцировав (1) по y и (2) по x и вычтя их друг от друга, получим для $F(x, y)$ уравнение

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(A\frac{\partial^2 F}{\partial x^2}\right) - \frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(A\frac{\partial^2 F}{\partial y^2}\right) - \frac{\partial^2}{\partial y^2}\left(A\frac{\partial^2 F}{\partial x^2}\right) + \frac{\partial^2}{\partial y^2}\left(A\frac{\partial^2 F}{\partial y^2}\right) +$$

$$+4\frac{\partial^2}{\partial x \partial y}\left(A\frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y}\right) = f.$$

б) *Граничные условия.* Делаем следующие допущения.

1. Между стенкой и областью турбулентности существует тонкий ламинарный подслой (пленка).

2. На границе между пленкой и областью турбулентности скорости и напряжения по одну и другую сторону границы одинаковы. Если не существует резко очерченной границы, то это условие можно сформулировать так: предельные значения скоростей и напряжений, при подходе из турбулентной области к переходной зоне, и предельные значения тех же величин, при подходе из ламинарной зоны, совпадают (или близки, т. е. не терпят скачка).

3. Граница пленки „параллельна" стенке, т. е. отклонение нормали к границе от нормали к стенке в точке пересечения первой нормали со стенкой есть $O(\delta)$, где δ толщина ламинарного подслоя.

Изменение градиента скорости в толще ламинарного слоя $O\left(\frac{1}{\delta}\right)$ (это положение можно обосновать исходя из уравнения (1) рассуждением, аналогичным рассуждениям при оценке порядка величин, приводимых в теории ламинарного пограничного слоя).

Обозначим через ω в ламинарном слое такую функцию, что

$$v_x = \frac{\partial \omega}{\partial y}, \quad v_y = -\frac{\partial \omega}{\partial x}.$$

Разложим ω в строку Тейлора по направлению нормали к границе пленки, в точке на границе пленки.

Тогда:

$$\omega(\bar{S}) = \omega(S) + \delta\frac{\partial \omega(S)}{\partial n} + o(\delta).$$

Так как на границе $\omega(\bar{S}) = 0$ (ввиду прилипания частиц), то $\omega(S) \sim O(\delta)$.

Поэтому будем считать $\omega(S) = 0$.

Разложив $\frac{\partial \omega}{\partial n}$ в строку Тейлора

$$\frac{\partial\omega(\bar{S})}{\partial n} = \frac{\partial\omega(S)}{\partial n} + \delta\frac{\partial^2\omega}{\partial n^2} + o(\delta),$$

где $o(\delta)$ — обозначает величину, стремящуюся к нулю при $\delta \to 0$.

При $\bar{S} \to S_1$ имеем $\frac{\partial\omega(\bar{S})}{\partial n} = \nabla\omega(\bar{S})\cdot\vec{n} = \nabla\omega(\bar{S})\cdot\vec{n}_1 + O(\delta)$, где n нормаль к стенке.

Имеем, откидывая $O(\delta)$,

$$\delta\frac{\partial^2\omega(S)}{\partial n^2} + \frac{\partial\omega(S)}{\partial n} = 0,$$

$$\delta\frac{\partial^2\omega(S)}{\partial n^2} = \frac{\delta\tau_{ns}^{(л)}}{\mu} + O(\delta).$$

Ввиду равенства напряжений и касательных составляющих скоростей имеем (учитывая выражение τ_{ns} в криволинейных координатах)

$$\frac{\tau_{ns}^{(л)}}{\mu} = \frac{\tau_{ns}^{(т)}}{\mu} = \frac{A}{\mu}\left(\frac{\partial^2 F}{\partial n^2} - \frac{1}{r_0}\frac{\partial F}{\partial n}\right),$$

r_0 радиус кривизны границы поперечного сечения.

Итак, граничное условие

$$\delta\frac{A}{\mu}\frac{\partial^2 F}{\partial n^2} + \frac{\partial F}{\partial n}\left(1 - \frac{A\delta}{\mu r_0}\right) = 0.$$

Отметим, что В. М. Маккавеев получил граничные условия такого же типа, а именно:

$$l\frac{\partial^2 F}{\partial n^2} + \frac{\partial F}{\partial n} = 0,$$

где l длина пути перемешивания.

Второе граничное условие получим следующим образом:

Из условия равенства нулю расхода получаем для любого замкнутого контура L $\int\limits_L v_n\, dl = 0$.

Возьмем замкнутый контур прилегающим с обеих сторон к границе подслоя. Тогда получим:

$$\int\limits_{l_1}\frac{dF}{dl}\,dl = \int\limits_{l_2}\frac{d\omega}{dl}\,dl,$$

где l_1 и l_2 части контура, лежащие в ламинарном и турбулентном слоях.

Отсюда $F(S_1) - F(S) = o(\delta)$.

Так как F выбирается с точностью до произвольной постоянной, то возьмем $F(S_1) = 0$.

Тогда $F(S) \sim O(\delta)$.

На этом основании можно принять $F(S) = 0$.

Это второе граничное условие.

II. Будем решать задачу о поперечной циркуляции в круглой трубе.

Перейдем в уравнениях (1), (2) и (3) к полярным координатам ([1]). Получим:

$$\frac{\partial \tau_{rr}}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial \tau_{r\varphi}}{\partial \varphi} + 2\frac{\tau_{rr}}{r} - \frac{1}{r}\frac{\partial P}{\partial r} = -F_r, \tag{1'}$$

$$\frac{\partial \tau_{r\varphi}}{\partial r} - \frac{1}{r}\frac{\partial \tau_{rr}}{\partial \varphi} + 2\frac{\tau_{r\varphi}}{r} - \frac{1}{r}\frac{\partial P}{\partial \varphi} = -F_\varphi, \tag{2'}$$

$$\tau_{rr} + \tau_{\varphi\varphi} = 0. \tag{3'}$$

Здесь ([2])

$$\tau_{rr} = 2A\frac{\partial v_r}{\partial r};\ \tau_{r\varphi} = A\left(\frac{1}{r}\frac{\partial v_r}{\partial \varphi} + \frac{\partial v_\varphi}{\partial r} - \frac{v_\varphi}{r}\right);\ \tau_{\varphi\varphi} = 2A\left(\frac{1}{r}\frac{\partial v_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{v_r}{r}\right) \tag{4}.$$

Причем последнее уравнение дает

$$\frac{1}{r}\frac{\partial r v_r}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial v_\varphi}{\partial \varphi} = 0,$$

т. е. существует такое F, при котором

$$r v_r = \frac{\partial F}{\partial \varphi};\ v_\varphi = -\frac{\partial F}{\partial r}.$$

Будем искать функцию F в виде

$$F(r,\varphi) = f(r)\cdot\cos\varphi.$$

Подставляя это выражение в (4), получим;

$$\tau_{rr} = 2A\chi\cdot\sin\varphi,$$

$$\tau_{\varphi\varphi} = -2A\chi\cdot\sin\varphi,$$

$$\tau_{r\varphi} = A\frac{d}{dr}(r\chi)\cdot\cos\varphi,$$

где

$$\chi = \frac{d}{dr}\left(\frac{f}{r}\right).$$

Исключим P приемом, предложенным А. К. Ананяном.

Уравнение (1′) продифференцируем по φ, а (2′) по r, предварительно умножив на r. Тогда получим:

$$\frac{1}{r^2}\frac{\partial^2(r^2\tau_{rr})}{\partial r\partial\varphi} + \frac{1}{r^3}\frac{\partial^2(r^2\tau_{r\varphi})}{\partial\varphi^2} - \frac{\partial}{\partial r}\frac{1}{r}\frac{\partial(r^2\tau_{r\varphi})}{\partial r} + \frac{\partial}{\partial r}\frac{1}{r^2}\frac{\partial(r^2\tau_{rr})}{\partial\varphi} =$$

$$= \frac{\partial F_r}{\partial\varphi} - \frac{\partial r F_\varphi}{\partial r} = \chi.$$

Так как $$\frac{\partial}{\partial\varphi}\left(\frac{2}{r^2}\frac{\partial(r^2\tau_{rr})}{\partial r} - \frac{2r^2\tau_{rr}}{r^3}\right) = \frac{\partial}{\partial\varphi}\frac{2}{r}\frac{\partial(r\tau_{rr})}{\partial r},$$

то $$\frac{\partial}{\partial\varphi}\frac{2}{r}\frac{\partial(r\tau_{rr})}{\partial r} - \frac{r^2\tau_{r\varphi}}{r^3} + \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}(r^2\tau_{r\varphi}) - \frac{1}{r}\frac{\partial^2}{\partial r^2}(r^2\tau_{r\varphi}) =$$

$$= \frac{\partial}{\partial\varphi}\frac{2}{r}\frac{\partial}{\partial r}(r\tau_{rr}) + \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(r\tau_{r\varphi}) - \frac{1}{r}\frac{\partial^2}{\partial r^2}(r^2\tau_{r\varphi}) = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left[2\frac{\partial(r\tau_{rr})}{\partial\varphi}\right] +$$

$$+ \frac{1}{r}\frac{\partial(r\tau_{r\varphi})}{\partial r} - \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(r^2\tau_{r\varphi}).$$

Умножая на r и интегрируя, имеем:

$$2\frac{\partial}{\partial\varphi}(r\tau_{rr}) + r\tau_{r\varphi} - \frac{\partial}{\partial r}(r^2\tau_{r\varphi}) = \int \chi \cdot r \cdot dr + C.$$

Сократив на $\sin\varphi$, получим:

$$4A\chi r - r\frac{d}{dr}Ar\frac{d}{dr}r\chi = 4AY - r\frac{d}{dr}Ar\frac{d}{dr}Y = \psi. \qquad (5)$$

Это уравнение второго порядка.

Здесь $$\psi = \frac{1}{R}\int r\left[v^2 - r\frac{dv^2}{dr}\right]dr + C.$$

Примем логарифмический закон распределения продольных скоростей, $v = C_1 \ln(1-r) + C_2$.

При этом $$A = -\frac{\tau}{\frac{dv}{dr}} = \frac{g_1\gamma^r(1-r)}{2C_1}.$$

Подставив значение A в уравнение (5), получим:

$$r^3(r-1)Y'' + (3r^3 - 2r^2)Y' + 4(r^2 - r)Y = f.$$

Здесь $\frac{f}{r^2}$ — конечная величина.

Это уравнение Гаусса ([3]).

При распределении по Караушеву $v = v_0 \cdot \sqrt{1 - pr^2}$ из уравнения ([3]) после замены $pr^2 = \zeta$ получим уравнение Гаусса

$$Y'' - \frac{3\zeta - 2}{2\zeta(1-\zeta)}Y' - \frac{1}{\zeta^2}Y = \bar{f}.$$

Լ. Հ. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

Ընդլայնական ցիրկուլացիայի մասին ձնհալման խողովակի ոլորման դեպքում

Այս հոդվածում դրված է ընդլայնական ցիրկուլացիայի խնդիրը կամայական ձևի ընդլայնական կտրվածք ունեցող ջրատարի ոլորման դեպքում, երբ ոլորումը տեղի է ունենում կամայական, մեծ կորության շառավիղներ ունեցող կորով։

Հիմք են ընդունված տուրբուլենտության դիֆուզիոն թեորիայի հավասարումները։ Հետևելով Ա. Կ. Անանյանի իդեային, հաջողվում է պարզեցնել այդ հավասարումները, իսկ կլոր ընդլայնական կտրվածքով խողովակի համար ստանալ հետևյալ երկրորդ կարգի սովորական դիֆերենցիալ հավասարումը։

$$4AY - r\frac{d}{dr}Ar\frac{d}{dr}Y = \psi$$

Որտեղ A — տուրբուլենտ—մածուցիկության գործակիցն է։

Ընդերկայնական արագությունների բաշխման լոգարիթմական և էլիպտական (ըստ Ա. Ն. Կարաուշևի) օրենքների ընդունման դեպքում այդ հավասարումը բերվում է Գաուսի հավասարման։

Ի տարբերություն Ա. Կ. Անանյանի, որը տուրբուլենտ և լամինար գոտիների անջատ լուծումները կցել է սահմանային շերտի վրա, այստեղ լամինար շերտի ազդեցությունը հաշվի է առնված սահմանային պայմաններում։

Տուրբուլենտ մածուցիկության գործակիցը Ա. Կ. Անանյանի կողմից ընդունված է հաստատուն, իսկ այստեղ ընդունված է դիֆուզիոն թեորիայի հավասարումներից ստացվող բանաձևը։

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Н. Е. Кочин*, Векторное исчисление и начало тензорного исчисления, 1938. [2] *В. М. Маккавеев* и *И. М. Коновалов*, Гидравлика, 1940. [3] *В. И. Смирнов*, Курс высшей математики, т. III, 1938.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XV 1952 3

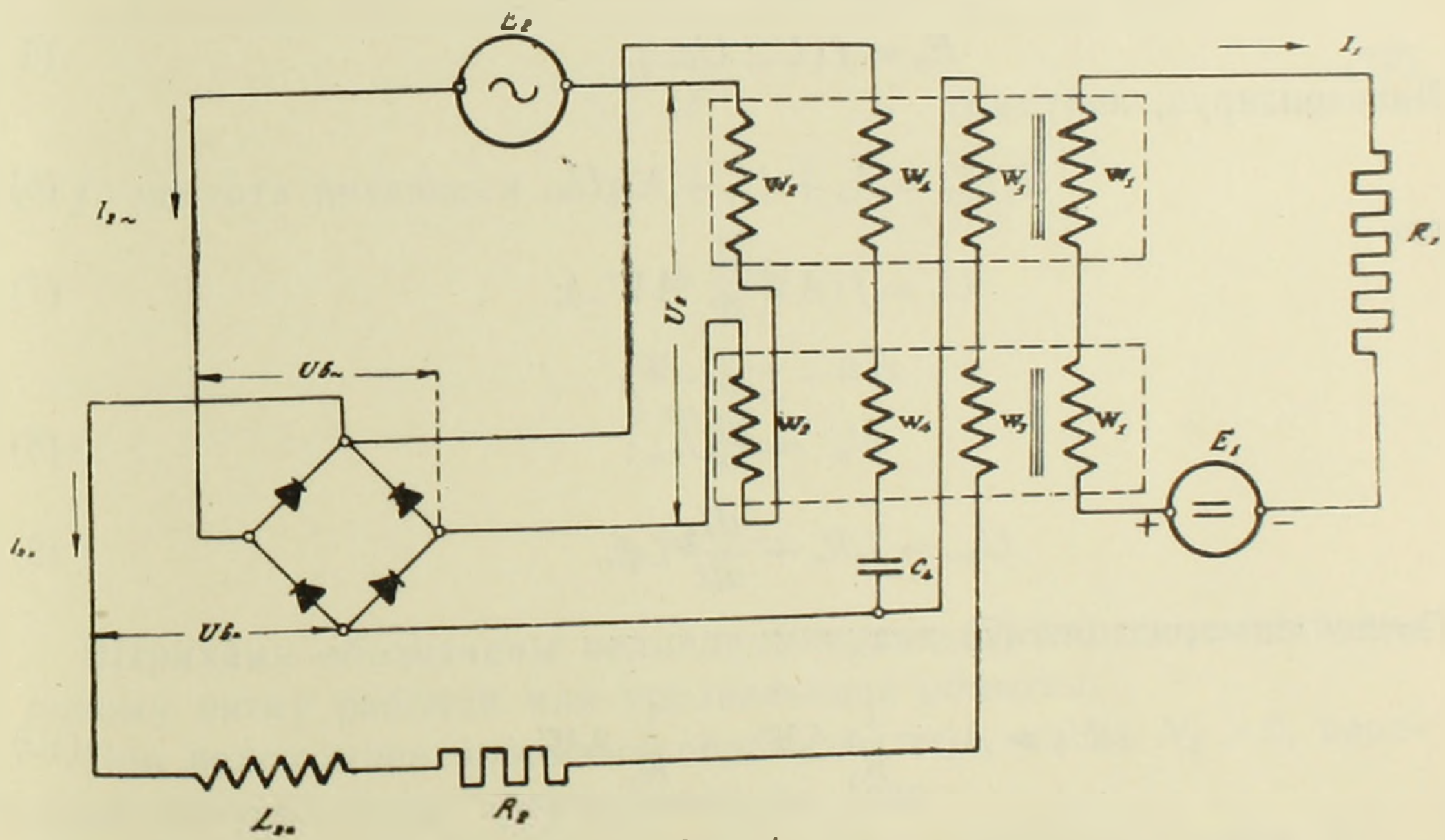
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Л. А. Григорян

Переходные процессы в магнитных усилителях с гибкой обратной связью, применяемых в схемах регулирования

(Представлено А. Г. Иосифьяном 22 III 1952)

В настоящее время в различных схемах регулирования применяются магнитные усилители, которые помимо жесткой обратной связи имеют также отрицательную гибкую обратную связь, выполненную по схеме фиг. 1.



Фиг. 1.

Ниже предлагается метод определения видов и параметров структурных схем указанного магнитного усилителя при малых колебаниях возмущающей силы, что дает возможность линеаризировать все нелинейные уравнения системы [1]).

В работе приняты следующие допущения.

1. За текущие значения токов и напряжений приняты средние значения их абсолютных величин за период.

2. В течение переходного процесса отношения напряжения и

тока на стороне выпрямленного тока выпрямителя к напряжению и току на стороне переменного тока приняты постоянными.

3. Не учтено влияние тока отсоса цепи гибкой обратной связи на величину тока нагрузки.

Дифференциальное уравнение цепи управления усилителя можно представить в следующем виде (фиг. 1):

$$I_1 R_1 + \frac{d\psi_{1ср}}{dt} = E_1; \tag{1}$$

где: $\psi_{1ср}$ — есть среднее значение суммарного потоко-сцепления обмоток управления магнитного усилителя и выражается нелинейным уравнением:

$$\psi_{1ср} = f(U_2;\ AW_=). \tag{2}$$

Здесь

$$AW_= = I_1 W_1 + I_{2=} W_3 - I_4 W_4. \tag{3}$$

Линеаризируя (2), получим:

$$\psi_{1ср} = A_2 + K_3 AW_= - K_4 U_2, \tag{4}$$

где: A_2, K_3, K_4—коэффициенты линеаризации.

Напряжение на входе рабочей цепи

$$E_2 = f(U_2;\ U_{в\sim}). \tag{5}$$

Линеаризируя, получим:

$$K_8\ E_2 = A_5 + U_2 + K_{10} U_{в\sim}; \tag{6}$$

где

$$U_2 = f(AW_\sim;\ AW_=); \tag{7}$$

$$AW_\sim = I_{2\sim} W_2;$$

$$U_{в\sim} = \alpha_3 U_{в=}; \tag{8}$$

$$U_{в=} = I_2 R_2 + \frac{dI_2}{dt} L_{2=}. \tag{9}$$

После линеаризации (7) получим:

$$U_2 = A_1 + \frac{1}{K_1} AW_\sim - \frac{1}{K_3} AW_=. \tag{10}$$

С целью упрощения, заранее допуская некоторую неточность, полагаем, что омическое сопротивление контура $4 - r_4 = 0$, тогда получим:

$$I_4 = C_4 \frac{dU_{в=}}{dt}. \tag{11}$$

Подставляем (9) в (11)

$$I_4 = C_4 R_2 \frac{dI_{2=}}{dt} + C_4 L_{2=} \frac{d^2 I_{2=}}{dt^2}. \tag{12}$$

В результате совместного решения (1)—(12) получим:

$$N_1 \frac{d^2 i_{2=}}{dt^2} + N_2 \frac{di_{2=}}{dt} + N_3 i_{2=} = e_1 + N_4 e_2 + N_5 \frac{de_2}{dt}; \qquad (13)$$

где: $i_{2=}$; e_1; e_2—соответствующие приращения величин $I_{2=}$; E_1; E_2, приведенные к одному витку усилителя;

N_1; N_2; N_3; N_4 и N_5—постоянные коэффициенты, определяемые коэффициентами линеаризации, параметрами магнитного усилителя и нагрузкой.

Для случая идеального магнитопровода и при естественном намагничивании получены следующие выражения, определяющие постоянные дифференциального уравнения (13):

$$N_1 = \frac{L'_{2=}}{4f} + \alpha_2 \beta C'_4 R'_1 L'_{2=}; \qquad (14)$$

$$N_2 = \frac{R'_2}{4f} + \alpha_2 \beta C'_4 R'_1 R'_2; \qquad (15)$$

$$N_3 = (1 - \alpha_2 \gamma) R'_1; \qquad (16)$$

$$N_4 = 0;$$

$$N_5 = \frac{1}{4f}; \qquad (17)$$

где: f—частота питающей сети;

$$\gamma = \frac{W_3}{W_2};$$

$$\beta = \frac{W_4}{W_2};$$

$$\alpha_2 = \frac{I_{2=}}{I_{2\sim}}.$$

Штрихами обозначены величины, приведенные соответственно к одному витку рабочей или управляющей обмотки.

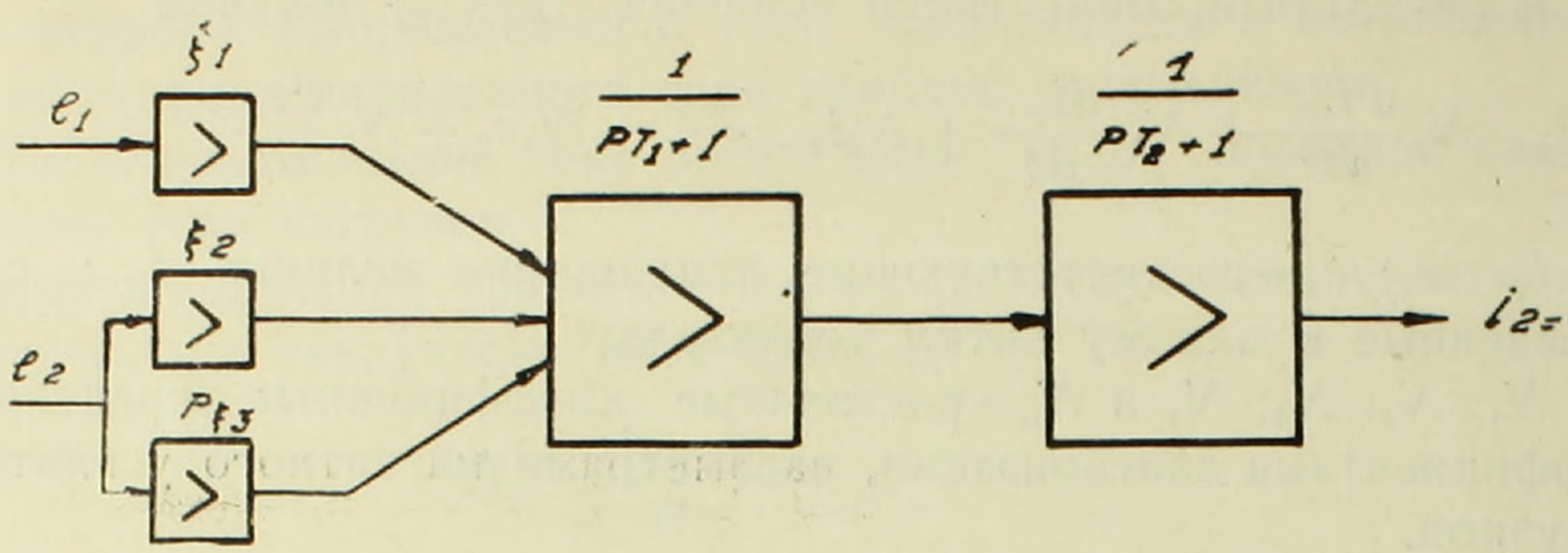
При недокомпенсированной обратной связи, когда $N_3 > 0$, переходный процесс будет апериодическим, если

$$\frac{R'_2}{(1-\alpha_2\gamma)R'_1} + \frac{\alpha_2 \beta R'_2 C'_4}{1-\alpha_2\gamma} > 4T_н, \qquad (18)$$

где $$T_н = \frac{L'_{2=}}{R'_2} = \frac{L_{2=}}{R_2}.$$

В указанном случае структурная схема усилителя состоит из двух последовательно включенных инерционных звеньев с постоянными времени T_1 и T_2 ([1]), (фиг. 2).

В исследуемом случае:



Фиг. 2.

$$T_{1,2} = \frac{2T_н}{1 \mp \sqrt{1 - \frac{4T_н}{\frac{R'_2}{4f(1-\alpha_2\gamma)R'_1} + \frac{\alpha_2\beta R'_2 C'_4}{1-\alpha_2\gamma}}}}, \tag{19}$$

при $T_н = 0$

$T_2 = 0$, а

$$T_1 = \frac{R'_2}{4f(1-\alpha_2\gamma)R'_1} + \frac{\alpha_2\beta R'_2 C'_4}{1-\alpha_2\gamma}. \tag{20}$$

Как видно из (20), наличие отрицательной гибкой обратной связи увеличивает постоянную времени усилителя, причем это увеличение зависит от β, R'_2, C'_4, γ и не зависит от R'_1.

Значения коэффициентов усиления ξ_1; ξ_2 и ξ_3 остаются такими же, как при отсутствии гибкой обратной связи([1]).

Когда не соблюдается неравенство (18), процесс будет колебательным, и структурная схема системы будет состоять из колебательного звена с собственной угловой частотой Ω и коэффициентом затухания α (фиг. 3). Выражения для этих коэффициентов в нашем случае будут иметь вид:

$$\Omega = \frac{1}{2T_н}\sqrt{\frac{4T_н}{\frac{R'_2}{4f(1-\alpha_2\gamma)R'_1} + \frac{\alpha_2\beta R'_2 C'_4}{1-\alpha_2\gamma}} - 1} \tag{21}$$

и

$$\alpha = -\frac{1}{2T_н}. \tag{22}$$

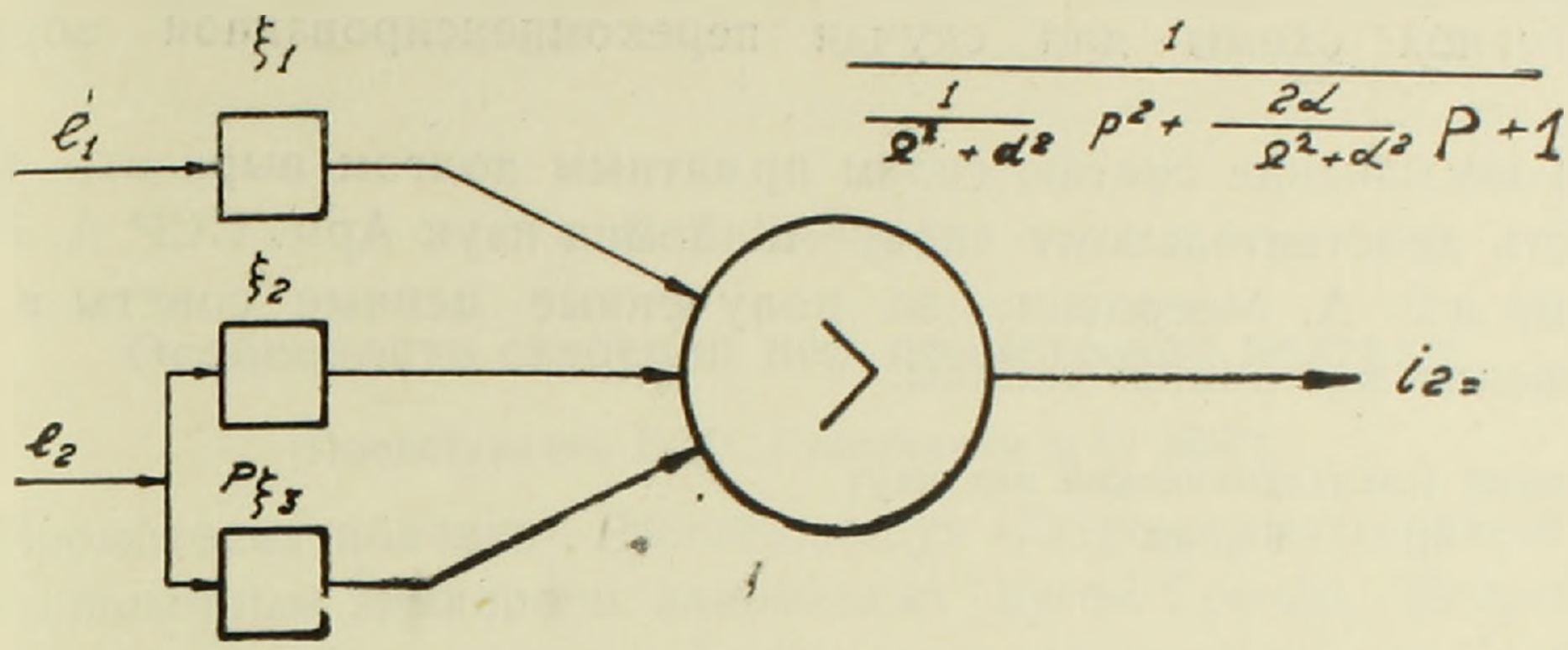
В случае полностью компенсированной обратной связи, когда $N_3 = 0$, структурная схема состоит из последовательно включенных инерционного звена с постоянной времени $T_н$ и интегрального звена с коэффициентами усиления ξ_4, ξ_5 и ξ_6 (фиг. 4), которые в рассматриваемом случае равны:

$$\xi_4 = \frac{1}{\frac{R'^2_2}{4f} + \alpha_2\beta C'_4 R'_1 R'_2}, \tag{23}$$

$$\xi_5 = 0,$$

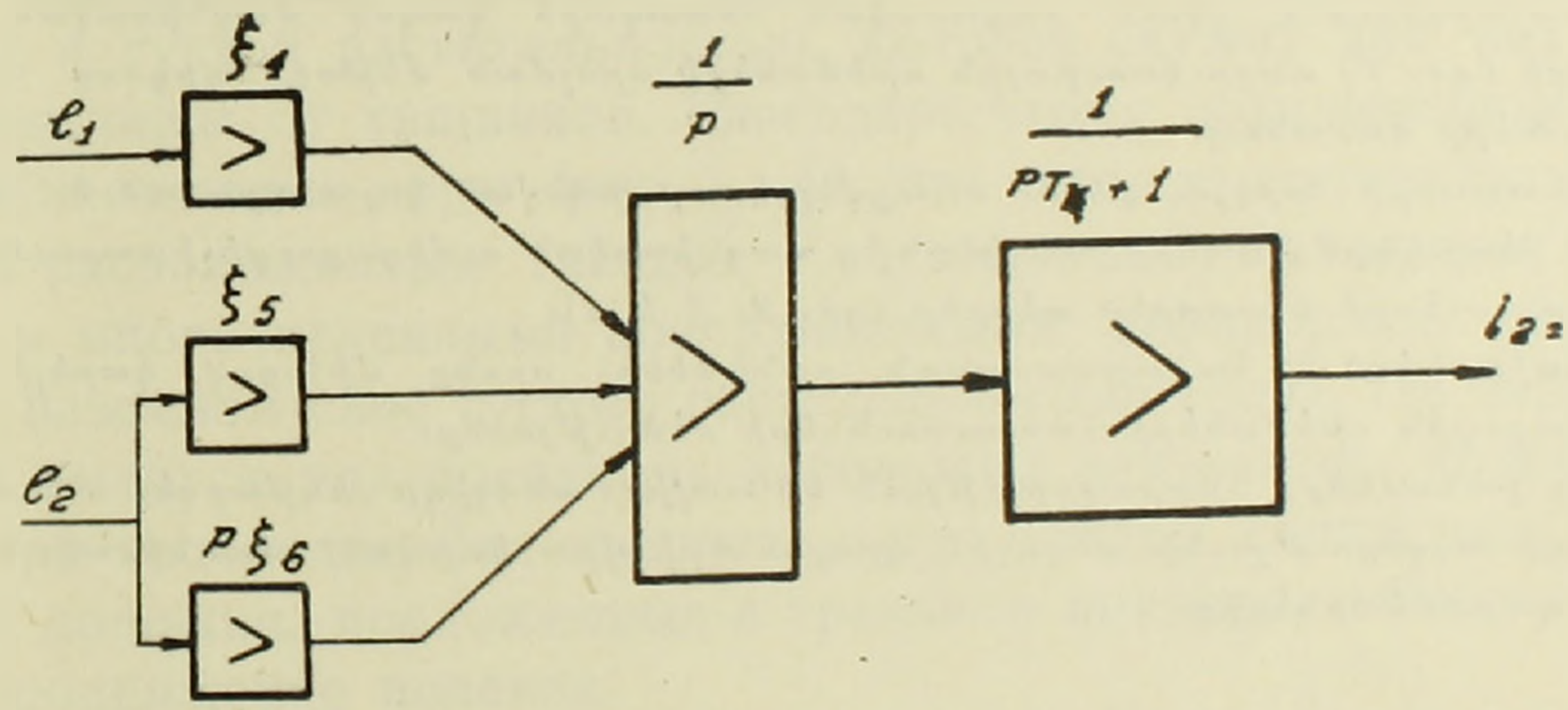
$$\xi_6 = \frac{1}{R_2 + 4\alpha_2\beta C'_4 R'_1 f}. \qquad (24)$$

Как видно из (23), отрицательная гибкая обратная связь уменьшает коэффициент усиления ξ_4 (отношение скорости изменения $i_{2=}$ к e_1), причем степень уменьшения зависит от β, C'_4, R'_1 и R'_2.



Фиг. 3.

При этом неожиданным является то, что увеличение R'_1 уменьшает коэффициент усиления интегрального звена ξ_4. Однако такая зависимость объясняется следующим.



Фиг. 4.

При отсутствии гибкой обратной связи ($\beta = 0$) в установившемся режиме $I_1 = 0$ и уравнение (I) примет вид:

$$\frac{d\psi_{1ср}}{dt} = E_1, \qquad (25)$$

т. е. в этом случае скорость изменения $\psi_{1ср}$ и, следовательно, скорость изменения e_2 и $i_{2=}$ не зависит от величины R'_1.

Вследствие этого коэффициент усиления интегрального звена ξ_4 в указанном случае не зависит от величины R'_1.

При наличии гибкой обратной связи в обмотке управления усилителя возникает соответствующий ток для компенсации ампервитков обмотки гибкой обратной связи, и в этом случае:

$$\frac{d\psi_{1ср}}{dt} = E_1 - I_1 R_1. \qquad (26)$$

Как видно из (26), при наличии гибкой обратной связи с увеличением R_1 уменьшается скорость изменения $\psi_{1ср}$ и, следовательно коэффициент усиления интегрального звена — ξ_4.

Аналогичным образом можно получить выражения постоянных структурной схемы для случая перекомпенсированной обратной связи.

В заключение считаю своим приятным долгом выразить благодарность действительному члену Академии наук Арм. ССР А. Г. Иосифьяну и Е. А. Мееровичу за полученные ценные советы в ходе выполнения настоящей работы.

Ереванский Политехнический институт
им. К. Маркса

Լ. Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Կարգավորման սխեմաներում օգտագործվող ճկուն հետադարձ կապով մագնիսական ուժեղացուցիչների անցողիկ պրոցեսները

Առաջարկվում է ճկուն բացասական հետադարձ կապով մագնիսական ուժեղացուցիչների (գծ. 1) ստրուկտուրային սխեմաների որոշման մեթոդ, դրդող ուժի փոքր տատանումների ժամանակ:

Աշխատանքի արդյունքում ստացվել է, որ կախված կոշտ դրական և ճկուն բացասական հետադարձ կապերի աստիճանից մագնիսական ուժեղացուցիչի ստրուկտուրային սխեման ընդունում է տարբեր տեսքեր (գծ. 2, 3 և 4):

Առաջարկված են համապատասխան բանաձևեր, որոնց միջոցով կարելի է որոշել ստրուկտուրային սխեմաների հաստատունների մեծությունը:

Այդ բանաձևերը հնարավորություն են տալիս անալիզի ենթարկել ճկուն հետադարձ կապի ազդեցությունը անցողիկ պրոցեսների վրա կախված՝ մագնիսական ուժեղացուցիչի պարամետրերից:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Л. А. Григорян*, „Переходные процессы в магнитных усилителях, применяемых в схемах регулирования", ДАН Арм. ССР, XV, № 1, 1952.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XV 1952 3

ЗООЛОГИЯ

П. П. Гамбарян

Особенности строения нор прометеевой полевки

(Представлено В. О. Гулканяном 9 IV 1952)

Прометеева полевка—Prometheomys schaposnikowi является специализированным землероем альпийских лугов Грузии. Встречается она по большому Кавказскому хребту и на северном склоне Гурийско-Аджарского хребта ([1]). Прометеева полевка является представителем семейства полевок и приспосабливается, так же как и большинство полевок, к рытью нор-убежищ. Наумов ([2]) разбирает причины усложнения строения нор у ряда полевок и приходит к следующим выводам. Обыкновенные полевки—Microtus arvalis обитают в местах с высокой и густой растительностью, которая служит для них хорошим убежищем от хищников. Благодаря этому обыкновенная полевка роет несложные норы (рис. 1, *А*). Эти норы характеризуются неглубоко расположенным гнездом с несколькими выходными отверстиями и многочисленными поверхностными коридорами, проложенными в наземном слое густого растительного покрова. По периферии от норы имеется ряд выселков—небольших подземных ходов, в которых при необходимости полевки могут быстро спрятаться. Расчищенные дорожки, проложенные в травяном покрове, облегчают быстрое продвижение полевок.

Общественные полевки—Microtus socialis обитают в местах с более редким растительным покровом, который не может служить достаточным убежищем от хищников. Благодаря этому общественная полевка роет более сложные норы, которые являются как бы несколько погруженными вглубь норами обыкновенной полевки. Вместо наземных ходов они роют подземные галереи (рис. 1, *Б*). Выселки у них особенно многочисленны и представляют из себя небольшие поверхностные норы без гнездовой камеры. В основной норе имеется гнездовая камера, которая располагается обычно на глубине 40—50 *см*. Если обыкновенные полевки питаются в основном за счет надземных частей растений, то общественные полевки уже зачастую питаются за счет их подземных частей (корневищ, клубней и т. д.). По Наумову следующим этапом усложнения норы является нора слепушенки—Ellobius talpinus (рис. 1, *Г*), которая, перейдя на питание

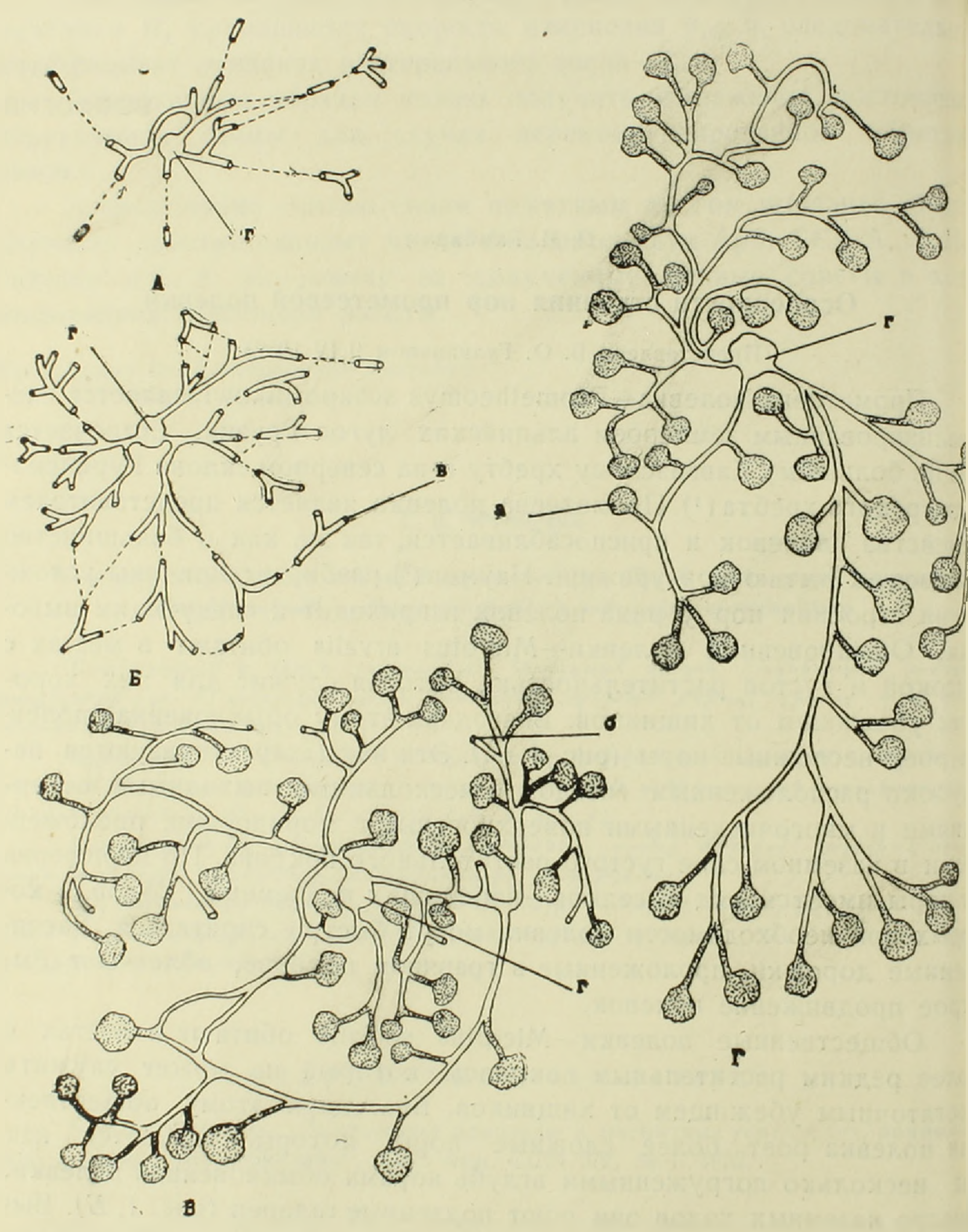


Рис. 1. Схема нор: *А*—обыкновенной полевки; *Б*—общественной полевки; *В*—прометеевой полевки; *Г*—слепушенки.

а—холмики земли; б—кормовое отверстие; *в*—выход из нор; г—гнездо.

целиком за счет подземных частей растений, смогла приспособиться к рытью нор, не имеющих вовсе наружных выходных отверстий и в которых все наземные коридоры замещаются подземными кормовыми ходами. Гнезда в норах слепушенок располагаются на глубине 70—80 *см*.

По типу строения нора прометеевой полевки не укладывается в приведенный ряд благодаря тому, что прометеева полевка не питается за счет подземных частей растений. Норы у этого грызуна становятся очень сложными, почти такими же, как и у самых высокоспециализированных землероев (слепушенка, цокор), но в то же время в них отмечен ряд существенных особенностей.

Гнездо в норах прометеевой полевки располагается на глубине 50—70 *см*, от него ответвляется ряд ходов, которые вскоре переходят в поверхностные кормовые ходы. Кормовые ходы очень многочисленны и простираются в самых разнообразных направлениях (рис. 1, *В*). Большинство выходов из кормовых ходов забиваются кучами земли, но кроме забитых выходов в кормовых ходах имеется целый ряд отверстий, из которых вылезают прометеевы полевки, обычно не больше, чем на половину длины своего туловища, и объедают растительность вокруг них. Реже растительность объедается на расстоянии в 15—20 *см* вокруг кормового отверстия. Поедей клубней и корневищ, несмотря на специальные поиски, наблюдать не приходилось. Внутри ходов норы прометеевой полевки несколько раз были обнаружены запасы в небольших отнорках, которые были плотно набиты зеленой растительностью.

Обитают прометеевы полевки на альпийских лугах, где растительность представляет из себя сплошной, крайне низкорослый, густой зеленый покров. Такая растительность не может служить убежищем для зверьков, так как сам покров на много ниже их самих. В то же время сплошной ковер растительности создает благоприятные условия для питания надземными зелеными частями растений. Общественная полевка вынуждена рыть более глубокие норы, из-за редкого растительного покрова. Пересыхание растительности в определенное время года принуждает ее перейти отчасти на питание подземными частями растений. Прометеева полевка тоже роет глубокие норы, так как растительный покров не предоставляет ей, из-за своей низкорослости, достаточного убежища, но густота этого покрова и то, что он не пересыхает, позволяет ей не изменять типичный способ питания полевок за счет надземных частей растений.

В заключение можно сказать, что нора прометеевой полевки является высшей степенью специализированного убежища землероя, питающегося за счет надземных частей растений.

Պ. Պ. ՂԱՄԲԱՐՅԱՆ

Պրոմեթեյան դաշտամկան բների կազմության առանձնահատկությունները

Պրոմեթեյան դաշտամուկը Prometheomys schaposnikovi *հանդիսանում է լավ մասնագիտացած գետնափոր կենդանի, որն ի տարբերություն մյուս դաշտամկների փորում է բարդ բներ և նրանց անցքերը ծածկում հողակույտերով։ Այդ բներն ունեն բազմաթիվ անցքեր, որոնցով դաշտամկները դուրս են գալիս բույսերով սնվելու համար։ Պրոմեթեյան դաշտամկան բունն իր կառուցվածքով հանդիսանում է մասնագիտացած բների բարձր աստիճանը, այն գետնափորների, որոնք սնվում են բույսերի վերերկրյա մասերով։*

ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *М. В. Шидловский.* Определитель грызунов Грузии и сопредельных стран, 1942. [2] *Н. П. Наумов.* Очерки сравнительной экологии мышевидных грызунов, 1948.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
XV 1952 3

ЭНТОМОЛОГИЯ

А. Е. Тертерян

Новые виды мошек (Diptera, Simuliidae) из Армянской ССР

(Представлено В. О. Гулканяном 9 IV 1952)

В результате систематической обработки материала по мошкам, собранного в течение 1948—1950 гг., для Армянской ССР выявлено 27 видов кровососущих мошек.

Представляемая работа является четвертой заметкой по описанию новых видов из Армянской ССР. Описание двух новых видов приводится ниже.

1. Simulium (Odagmia) debacli Terterjan, sp. n. (рис. 1). Отличается от S. (Od.) monticola Fried ([1]). строением админикула, коксита, стиля и рисунком спинки самки.

Личинка. Длина тела 7—8,2 *мм*. Общая окраска личинки грязно-зеленоватая. Лобный склерит чуть светлее, чем остальная часть головной капсулы. Рисунок лба неявственный (рис. 1, *5*). Вентральный вырез головной капсулы широкий и глубокий (рис. 1, *2*). Антенна 4-члениковая, соотношение члеников представлено на рис. 1, *3*. В большом веере 42 нити. Субментум (рис. 1, *2*). Промежуточные зубцы сосочковидные, мелкие, примерно одинакового размера. На наружной стороне субментума 7—8 щетинок. Конец мандибулы (рис. 1, *4*). Задние ветви постанального полукольца (рис. 1, *6*) относительно утолщены, достигают 15-го ряда крючьев задней присоски. В присоске 82 ряда крючьев, по 12—14 в каждом ряду. Кутикула вокруг ануса имеет 3—4 ряда мелких шипиков. Ректальные придатки ветвистые.

Куколка. Кокон шалашевидный, передний его край с широкой коричневой каймой. Плетение шероховатое, стенки не прозрачны. Дыхательных нитей 6. Толщина их неодинаковая: нити верхней пары почти вдвое толще нитей второй и третьей пары. Общий характер ветвления представлен на рис. 1, *7*. Длина кокона (вентрально) от заднего края до переднего края устья 4,4 *мм*, высота устья кокона от основания кокона до верхнего его края 2,1 *мм*. Дорзальная длина кокона от верхнего переднего края устья до заднего конца кокона 3,2 *мм*.

Взрослое насекомое. ♂. Длина крыла 3,4 *мм*. Усики коричневато-черные, в серебристом опушении. Спинка бархатисто-черная. Сере-

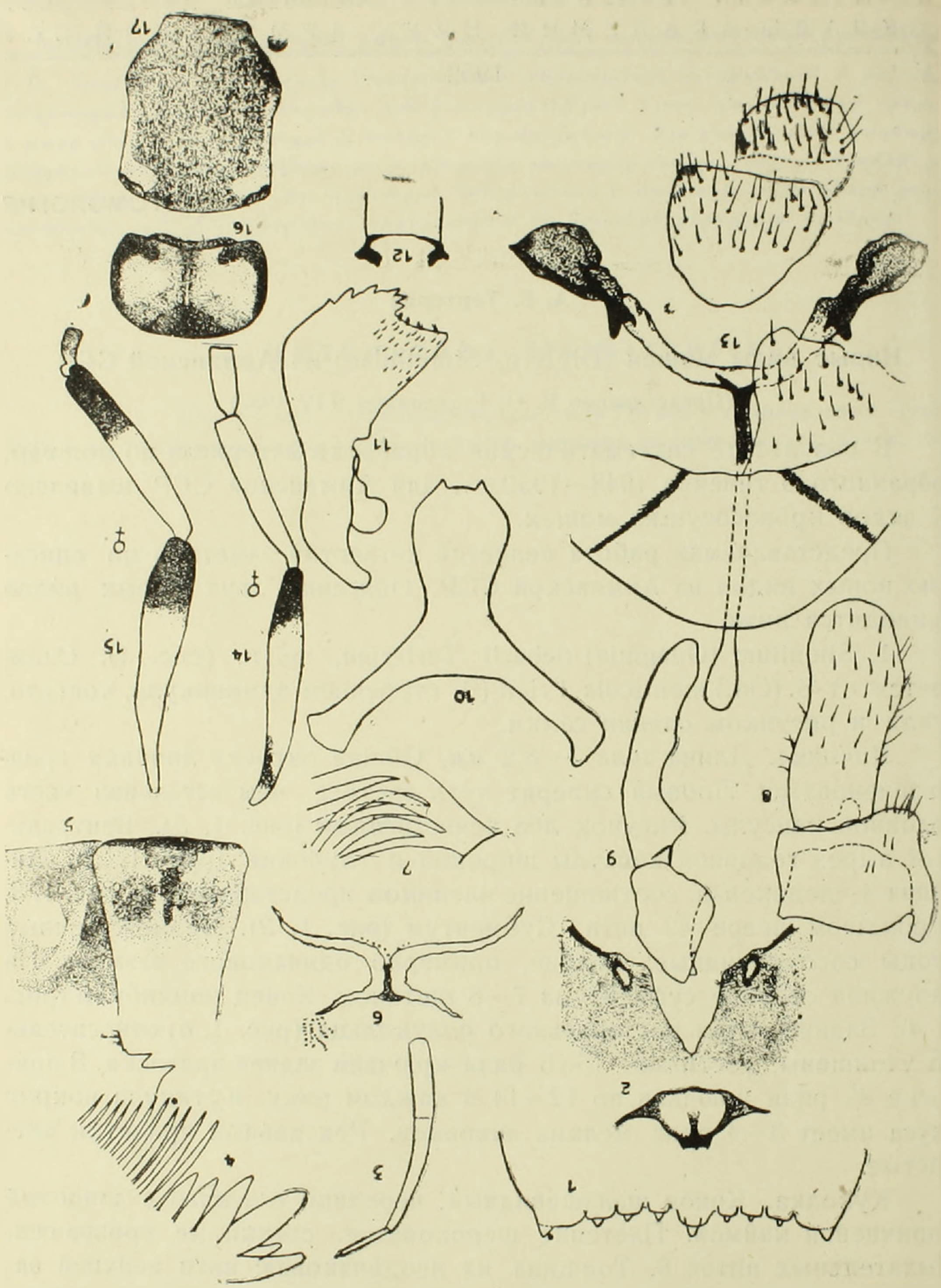


Рис. 1. Simulium (Odagmia) debacli Terterjan, sp. n.

1—контур хитинизованных зубцов на субментуме личинки; *2*—субментум и вентральный вырез головной капсулы личинки; *3*—антенна личинки; 4—контур зубцов на конце мандибулы личинки; *5*—рисунок лба и прилежащего бокового участка головной капсулы; *6*—хитиновое полукольцо вокруг ануса личинки; *7*—дыхательные нити куколки; *8*—коксит и стиль; *9*—коксит и стиль сбоку; *10*—админикул снизу; *11*—админикул сбоку; *12*—передняя хитинизованная часть глотки самки; *13*—вилочка, генитальная пластинка, анальная пластинка и церк самки; *14*—голень, первый и второй членики передней лапки самки; *15*—голень, первый и второй членики задней лапки самки; *16, 17*—рисунок спинки самки спереди и сверху.

бристые пятна в передней части спинки отчетливо выражены. Жужжальца желтоватые. Мембрана коричневая, без волосков. Ноги: передние, средние и задние тазики темные; сильно затемнены передние и средние бедра на всем протяжении и заднее бедро на значительном протяжении от вершины, лишь небольшой участок основания бедра розовато-желтоватый или чуть розовато-буроватый. Затемнена задняя поверхность передних голеней и вершинная половина (у некоторых вершинные 3/4) задних голеней. Остальные светлые части ног слегка затемнены или розовато-желтоватые. Брюшко бархатисто-черное. Гипопигий (рис. 1, *8, 9, 10, 11*). Админикул характеризуется узкой и выступающей пяткой, коротким и заостренным к концу носком с широким основанием. Стили утолщены, длина превосходит ширину в 3 раза.

♀. Длина тела 4,2 *мм*. Усики буровато-черноватые. Лоб черный, блестящий, голый. Спинка при рассматривании сверху черновато-бронзоватая, слегка блестящая; опушение спинки из коротких нежных прилегающих золотистых волосков. Рисунок спинки отчетливый (рис. 1, *16, 17*). Жужжальца лимонно-желтые. Мембрана светлокоричневая, без волосков. Ноги: средние и задние тазики черные, передние розовато-желтоватые, слегка затемненные. Затемнены: передние, средние и задние бедра на 3/4 от вершины; вершинная четверть передних, вершинная четверть средних и вершинная треть задних голеней. Серебристые пятна на передней поверхности передних ног отчетливо выражены, остальная часть ног желтовато-розоватая. Первый членик передней лапки (рис. 1, *14*) утолщен к вершине, его длина превосходит наибольшую ширину более чем в 5 раз. Длина первого членика задней лапки (рис. 1, *15*) превосходит свою собственную ширину приблизительно в 7 раз. Коготки с мелким шипиком у основания. Брюшко темное, 2—3—4—5 тергиты сверху темнокоричневые. 6—7—8 тергиты коричневые, блестящие, в редких, коротких золотистых волосках. Низ брюшка коричневый, матовый. Вилочка, генитальная пластинка, анальные пластинки и церк (рис. 1, *13*).

Распространение. Армянская ССР: Мегринский район, родниковый ручеек на Таштунском перевале, 2479 *м* н. у. м., 7 IX 1949; р. Мегригет, с. Личк, 2135 *м* н. у. м., 15 VII 1948.

Экология. Личинки и куколки были найдены на камнях и растениях в родниковом ручейке на Таштунском перевале в начале сентября, при температуре 17,2°С и скорости течения воды 0,9—1,1 *м/сек*. В небольшом количестве S. debacli был обнаружен в середине июля в более крупной родниковой речке Мегригет, при температуре 10°С. Немногочисленные личинки были прикреплены на нижней поверхности камней в участках с быстрым течением 1,0—1,2 *м/сек*.

2. Simulium (Obuchovia) terminasjane Terterjan, sp. n. (рис. 2). Отличается от S. (Ob.) albellum Rubz. ([2]) строением половых придатков самки и рисунком серебристых пятен на спинке самки. Лобная полоска S. (Ob.) terminasjanae, в отличие от S. albellum, голая, блестящая.

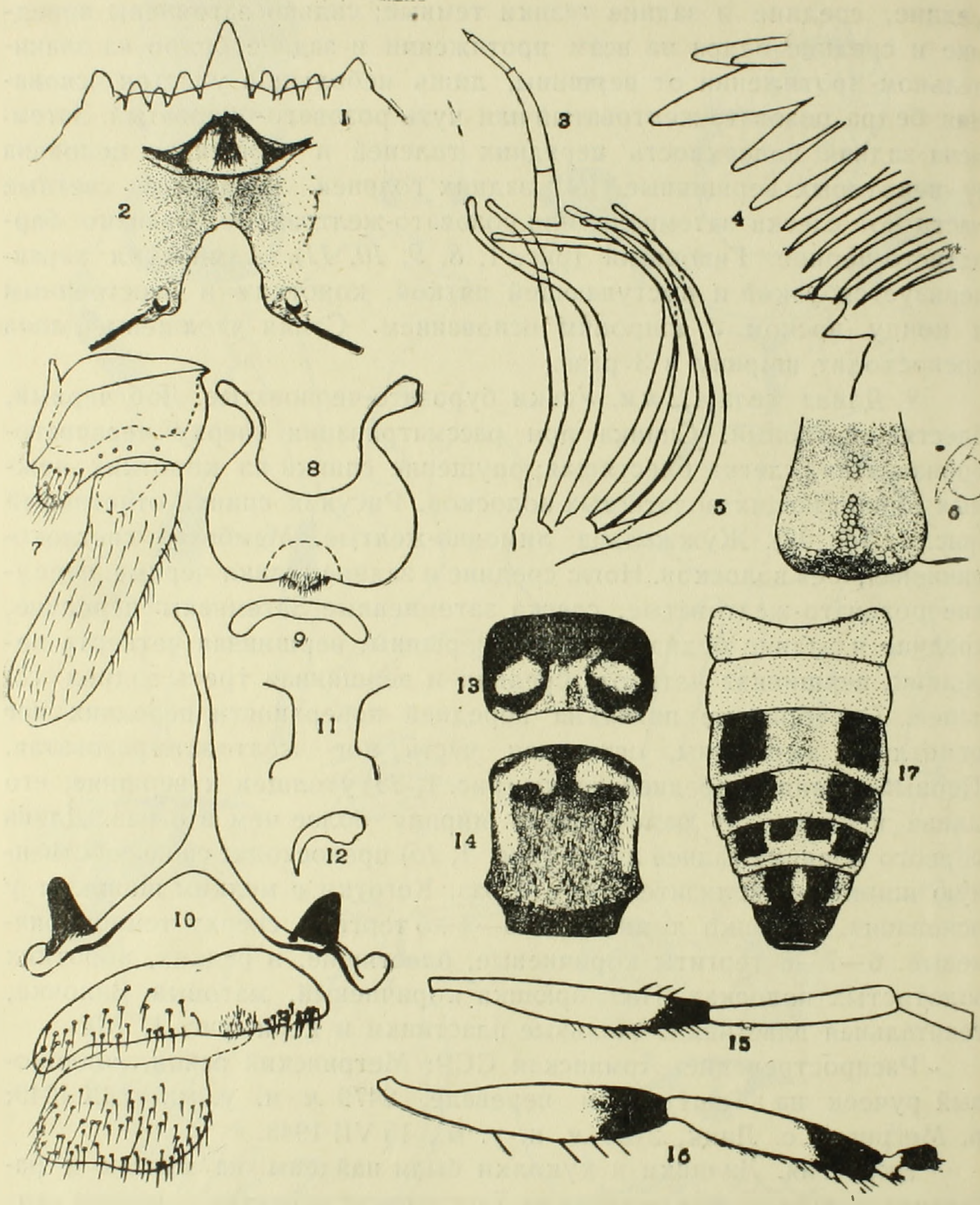


Рис. 2. Simulium (Obuchovia) terminasjanae Terterjan, sp. n.
1—контур хитинизованных зубцов на субментуме личинки; *2*—субментум и вентральный вырез головной капсулы; *3*—антенна личинки; *4*—контур зубцов на конце мандибулы личинки; *5*—дыхательные нити куколки; *6*—рисунок лба личинки; *7*—коксит и стиль; *8*—админикул; *9*—X-ый стернит; *10*—вилочка, анальная пластинка и церк самки; *11*—лоб самки; *12*—коготок самки; *13*, *14*—рисунок спинки самки спереди и сверху; *15*—голень, первый и второй членики передней лапки самки; *16*—голень, первый и второй членики задней лапки самки; *17*—рисунок брюшка сверху.

Личинка. Длина тела 10—12,3*мм*. Окраска тела грязно-зеленоватая. Рисунок лба неявственный (рис. 2, *6*). Вентральный вырез головной капсулы (рис. 2, *2*) глубокий, треугольный, у основания по ширине равен примерно ширине пластинки субментума. Расстояние от переднего края выреза до заднего края субментума больше 1/2 длины пластинки субментума. Субментум (рис. 2, *1*). На наружной стороне субментума, по его краям, 11—12 щетинок в 1—2 неправильных ряда. Конец мандибулы (рис. 2, *4*). Антенна 4-члениковая, соотношение члеников представлено на рис. 2, *3*. В базальном веере 7—10, в большом веере 38—40, в малом 30 щетинок. Лопаточек 8—9. Постанальное хитиновое полукольцо: задние ветви сравнительно длинные, конец их достигает 31 ряда крючьев задней присоски. В задней присоске 142—152 ряда крючьев, по 17—19 на спинной и по 20—23 на брюшной стороне в каждом ряду. На кутикуле впереди задних ветвей полукольца полоска шипиков. Небольшая полоска мелких шипиков на кутикуле вокруг ануса впереди передних ветвей хитинового полукольца.

Куколка. Кокон сапожковидный, с хорошо выраженным воротничком, приподнятым над субстратом. Стенки кокона гладкие, блестящие. Куколка плотно сидит в коконе и целиком погружена в него. Дыхательные нити почти не выдаются за задний край воротничка. Дыхательных нитей 6. Все нити примерно одной толщины. Схема ветвления представлена на рис. 2, *5*. Длина кокона по подошве от заднего края до основания вентральной стенки воротничка 2,2 *мм*. Высота воротничка по вентральному краю 4,2 *мм*. Диаметр воротничка от переднего края устья до его заднего края 2,2 *мм*. Дорзальная длина кокона от заднего края устья воротничка до заднего края кокона 4,0 *мм*. В отличие от S. (Ob.) albellum дыхательные нити у S. (Ob.) terminasjanae собраны в пучок.

Взрослое насекомое. ♂. Самец извлечен из куколки. Естественная окраска его не известна. Гипопигий (рис. 2, *7*, *8*, *9*).

♀. Длина тела 3,3 *мм*. Усики коричневатые, в мелком серебристом опушении. Два основных членика усика желтовато-розоватые. Лоб (рис. 2, *11*) темношоколадного цвета, гладкий, блестящий, без волосяного покрова. Спинка темнокоричневая, слегка блестящая, опушение спинки редкое, из коротких прилегающих золотистых волосков. Рисунок спинки характерный (рис. 2, *13*, *14*). Мембрана коричневая, в коротких редких золотистых волосках. Жужжальца светлолимонного цвета. Ноги в основном желтые; затемнены лишь вершинная 1/5 задних бедер и вершинный кончик передних и вершинная 1/4 задних голеней. Длина первого членика передней лапки (рис. 2, *15*) приблизительно в 6 раз превосходит наибольшую ширину. Длина первого членика задней лапки (рис. 2, *16*) превосходит наибольшую ширину более чем в 5 раз; затемнен к вершине более чем на 1/3 длины членика. Коготки длинные, простые (рис. 2, *12*). Брюшко: большая часть брюшка розовато-желтоватая, матовая;

верх брюшка с изменчивым рисунком из черных пятен (рис. 2, *17*). Вилочка, генитальная пластинка, анальные пластинки, церк (рис. 2, *10*). Вилочка в отличие от S. (Ob.) albellum отличается сравнительно тонкими ветвями и сравнительно массивными, более или менее светлыми выростами на конце ее.

Распространение. Армянская ССР: Котайкский район, р. Азат (с. Гарни, 1400 *м* н. у. м.), 25 V 1948; р. Азат (Гехарт, 1500 *м* н. у. м.), 24 V 1948, кук.; р. Азат (Гехарт), 19 IX 1949; Мегринский район, ущелье р. Мегригет (с. Варданидзор, 1815 *м* н. у. м.), кошением вокруг коровы, 6 X 1948.

Экология. Личинки и куколки собраны нами на камнях в участках с самым быстрым течением воды, при скорости 1,4—1,6 *м/сек*. В конце марта (1948) в р. Азат (Гехарт—Гарни) было собрано небольшое количество куколок при температуре 10—11°С. Примерно в середине сентября (1949) нам удалось застать интенсивное окукление вида в р. Азат (Гехарт) при температуре 16,5°С.

Представляется возможным предположить, судя по датам сборов, что вид в р. Азат имеет две генерации.

Лет S. (Ob.) terminasjanae продолжается, повидимому, до октября, судя по поимке самки на животном.

В автореферате моей диссертации данный вид фигурирует под названием S. richteri sp. n., последнее преокупировано (Stegopterna richteri End.). Поэтому здесь мы ему присваиваем новое название S. (Ob.) terminasjanae в честь доктора биологических наук М. Е. Тер-Минасян.

Изменчивость. Биометрические измерения некоторых деталей головной капсулы у зрелой личинки S. (Ob.) terminasjanae, имеющих таксономическое значение, показывают их значительную изменчивость.

Таблица 1

Измерения на головной капсуле и подсчет крючьев в задней присоске зрелой личинки S. (Ob.) terminasjanae

Инвентарный № препарата, место и время сбора материала / Наименование промеров в микронах	Котайкский р-н, р. Азат (Гехарт) 19 IX 1949							
	№ 81 (1)	№ 81 (2)	№ 81 (3)	№ 81 (4)	№ 81 (5)	№ 81 (6)	№ 82 (2)	№ 82 (3)
Субментум головной капсулы								
1. Ширина переднего края субментума (А)	68,82	71,04	71,04	64,38	75,48	66,60	—	71,04
2. Длина субментума (Б)	188,70	177,60	—	182,04	193,14	182,04	172,82	208,68
3 Расстояние между задним краем субментума и передним краем выреза (В)	136,2	124,8	—	113,5	136,2	113,5	113,5	63,1
4. Длина выреза (Г)	249,7	340,5	317,8	249,7	272,4	272,4	272,4	340,5
Кольцо крючьев задней присоски								
5 Число рядов крючьев в задней присоске	—	142	152	—	144	140	142	136
6. Число крючьев в каждом ряду	—	18—22	19—24	—	19—22	19—22	18—21	15—19

Пока мы воздерживаемся от глубокого морфологического анализа некоторых систематических признаков взрослой личинки у близких форм подрода Obuchovia Rubz. Приводим лишь таблицу 1, в которой помещены измерения субментума, вентрального выреза головной капсулы и количество крючьев в задней присоске личинок S. (Ob.) terminasjanae (пол личинки не учтен).

Измерения сделаны на личинках популяции вида из р. Азат (Гехарт) второй, летней генерации. Принятые нами промеры на деталях головной капсулы являются оригинальными и впервые используются для биометрических измерений. Для ясности приводим схематизированный рисунок вентральной части головной капсулы с изображением используемых промеров (рис. 3).

Типы описываемых новых видов хранятся в Зоологическом институте АН СССР (Ленинград).

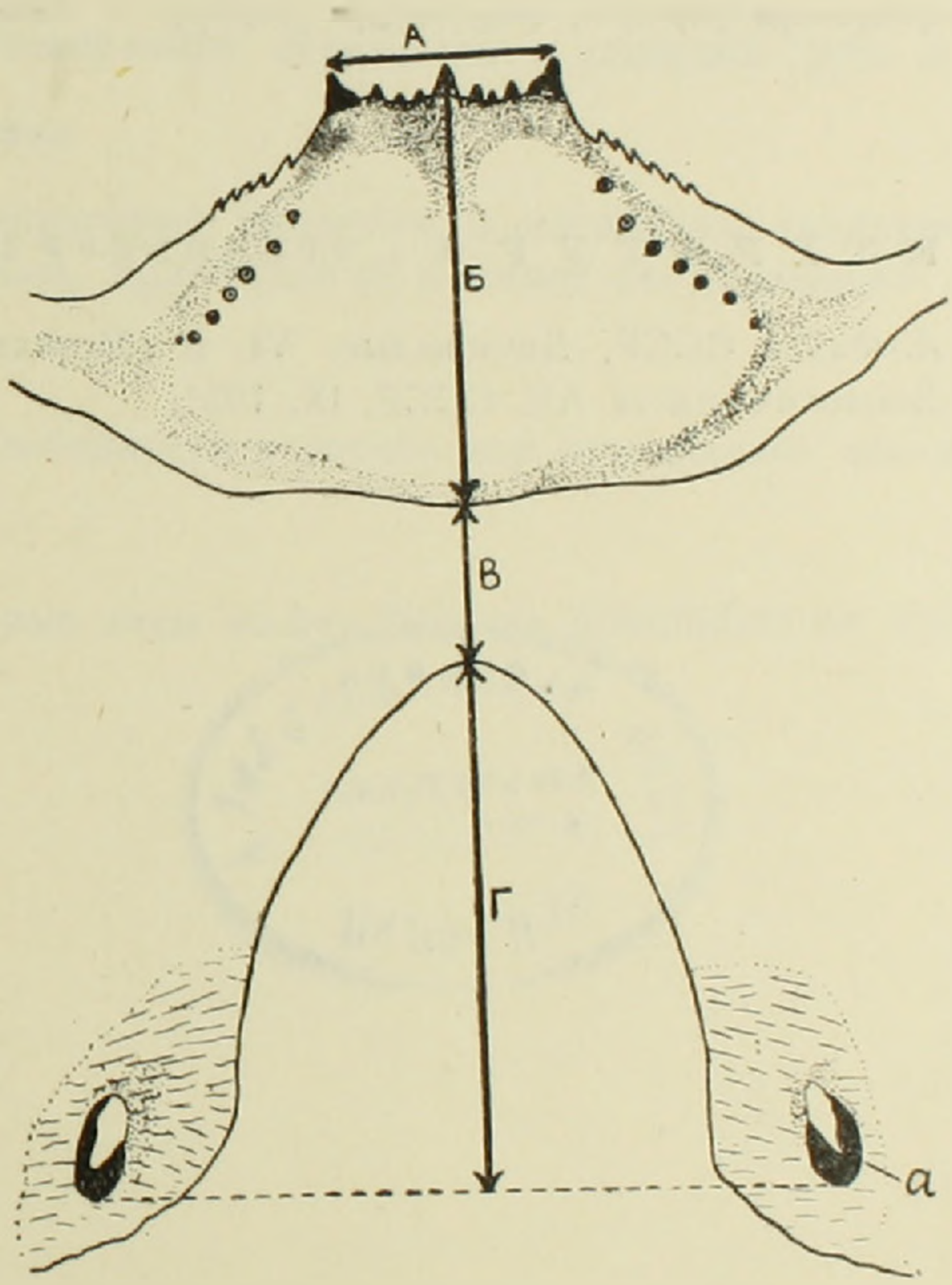


Рис. 3. Схематизированный рисунок вентрального участка головной капсулы личинки с изображением используемых промеров.
А—ширина переднего края субментума (расстояние между кончиками боковых хитинизованных зубцов на субментуме); Б—длина субментума (расстояние от переднего конца срединного зубца субментума до его заднего); В—расстояние между задним краем субментума и передним краем вентрального выреза головной капсулы; Г—длина выреза (расстояние от переднего края выреза до поперечной линии, проведенной между двумя хитинизованными образованиями по бокам выреза а).

Հ. Ե. ՏԵՐՏԵՐՅԱՆ

Մլակների (Diptera, Simuliidae) նոր տեսակներ Հայկական ՍՍՌ-ից

1948—1950 թթ. մլակների վերաբերյալ նյութերի սիստեմատիկ մշակման հետևանքով մեր կողմից նշված են Հայկական ՍՍՌ-ի համար 27 տեսակ պրյունածուծ մլակներ:

Այս աշխատանքը հանդիսանում է Հայկական ՍՍՌ-ից մլակների դիտության համար նոր տեսակների նկարագրման շարունակ հաղորդումը:

1. Simulium (Odagmia) debacli Terterjan, sp. n. *տարբերվում է* S. (Od.) monticola Fried. *տեսակից կոկսիտների ու տալլների կազմությամբ և էգի մեջքի նկարով:*

2. Simulium (Obuchovia) terminasjanae Terterjan, sp. n. *տարբերվում է* S. (Ob.) albellum Rubz. *տեսակից էգի մեջքի արծաթափայլ բծերով:* S. (Ob.) terminasjanae-*ի ճակատը ի տարբերություն* S. albellum-*ի մերկ է և փայլուն:* S. (Ob.) terminasjanae sp. n. *տեսակի հասուն թրթուրի գլխային կապսուլի որոշ գեոտիպերի բիոմետրիկական չափումները, որոնք ունեն տակսոնոմիկ նշանակություն, ցույց են տալիս նրանց զգալի փոփոխականությունը: № 1 աղյուսակում բերված են* S. (Ob.) terminasjanae sp. n.-*ի թրթուրների սուբմենտումի, գլխային կապսուլի վենտրալ կտրվածքի չափերը և հետին ծծանի կարթերի քանակը:*

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *Рубцов И. А.* Фауна СССР, Двукрылые, VI, 6. Мошки (Simuliidae), 1940.
[2] *Рубцов И. А.* Тр. Зоологич. ин-та АН СССР, IX, 1951.

ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
ԳՐԱԴԱՐԱՆ
ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ