

502
1940/2



სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის საქართველოს ფილიალის

მ ო ა მ ბ ე

ტომი I № 4

С О О Б Щ Е Н И Я

ГРУЗИНСКОГО ФИЛИАЛА АКАДЕМИИ НАУК СССР

ТОМ I № 4

MITTEILUNGEN

DER GEORGISCHEN ABTEILUNG DER AKADEMIE
DER WISSENSCHAFTEN DER USSR

BAND I № 4

თბილისი 1940, ტბილისი
TBILISSI



მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATIK

Ш. Е. Микеладзе. К вопросу численного интегрирования дифференциальных уравнений с частными производными при помощи сеток 249

ლრებალოზის თეორია—ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ—ELASTIZITÄTSTHEORIE

А. Я. Горгидзе и А. К. Рухадзе. Об одном численном решении интегральных уравнений плоской задачи теории упругости 255

ასტრონომია—АСТРОНОМИЯ—ASTRONOMIE

И. П. Тарасашвили. Об устойчивости в смысле Hill'a движения Плутона в схеме Fatou 259

*I. Tarassaschwili. Über die Hillsche Stabilität der Plutonbewegung im Fatouschen Schema 262

გეოფიზიკა—ГЕОФИЗИКА—GEOPHYSIK

В. В. Кебуладзе и Ш. М. Чхенкели. Радиоактивность минеральных источников Зваре и Нуниси 263

А. Г. Балабueв. Опыт климато-генетической характеристики Закавказья 267

გეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGIE

М. С. Эристави. Новые данные по стратиграфии средней части меловых отложений окрестностей Кутаиси 275

И. Р. Кахадзе. Пресноводные и нормальные морские отложения батского яруса в Западной Грузии 279

ენერგეტიკა—ЭНЕРГЕТИКА—ENERGETIK

А. И. Мусхелишвили. Графики нагрузки электрической тяги на железных дорогах Грузинской ССР 285

ზოოლოგია—ЗООЛОГИЯ—ZOOLOGIE

С. М. Юзбашьян. О редукции органов зрения у пещерных креветок 293

*S. Jusbaschjan. Über die Reduktion der Sehorgane bei Höhlengarnelen 298

ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ—PHYSIOLOGIE

N. Dzidzischwili. Über die Tätigkeit der Mechanorezeptoren der Haut 301

*Н. Н. Дзидзিশвили. О деятельности механорецепторов кожи человека 308

ეთნოგრაფია—ЭТНОГРАФИЯ—ETHNOGRAPHIE

გ. ჩიტაია. ეთნოგრაფიული პარალელები. I. ქართული კვინტაინი ფეხსაცმელი 309

*Г. Читая. Этнографические параллели. I. Грузинская обувь с «носком» 315

ისტორია—ИСТОРИЯ—GESCHICHTE

И. В. Абуладзе. Новое сведение о существовании письменности у кавказских албанцев 317

ენათმეცნიერება—ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ—SPRACHWISSENSCHAFT

არბ. ჩიქობავა. ქართულ-ხუნძური წარწერა XIV საუკუნის დაღისტნიდან 321

*Арн. Чикобава. Грузинско-аварская надпись XIV в. из Дагестана 324

* ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წინა წერილის რეზუმეს ან თარგმანს.

* Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме или к переводу предшествующей статьи.

* Die mit einem Stern versehenen Titel betreffen die Zusammenfassung oder Übersetzung des vorangehenden Artikels.

III. E. MIKELADZE

К ВОПРОСУ ЧИСЛЕННОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ЧАСТНЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ
ПРИ ПОМОЩИ СЕТОК

Пусть область D плоскости (x, y) , ограниченная замкнутой кривой γ , покрыта квадратной сеткой шага h с линиями, параллельными осям координат Ox, Oy этой плоскости. Те точки пересечения прямых, образующих сетку, которые находятся строго внутри γ , будем называть внутренними точками (узлами) сетки. Точки γ , общие с прямыми, образующими сетку (в числе них и узлы сетки, попавшие на γ), будем называть граничными точками сетки. Расстояние между граничной и ближайшей соседней точкой мы всюду считаем $\cong h$. Этого можно достичь во всех случаях надлежащим подбором сетки.

Рассмотрим внутренние точки сетки, ближайшие к граничным не узловым точкам, и присоединим к ним узлы сетки, расположенные на γ . Соединением этих точек получаем замкнутую ломаную γ' , составленную исключительно из сторон и диагоналей квадратиков сетки так, что на части плоскости, заключенной между γ и γ' , не лежат узлы сетки. На приведенной ниже фигуре дан пример построения контура γ' .

Ниже мы всюду будем называть точкой γ' тот узел сетки, лежащий на γ' , через который не проходит γ .

Пусть требуется найти решение уравнения

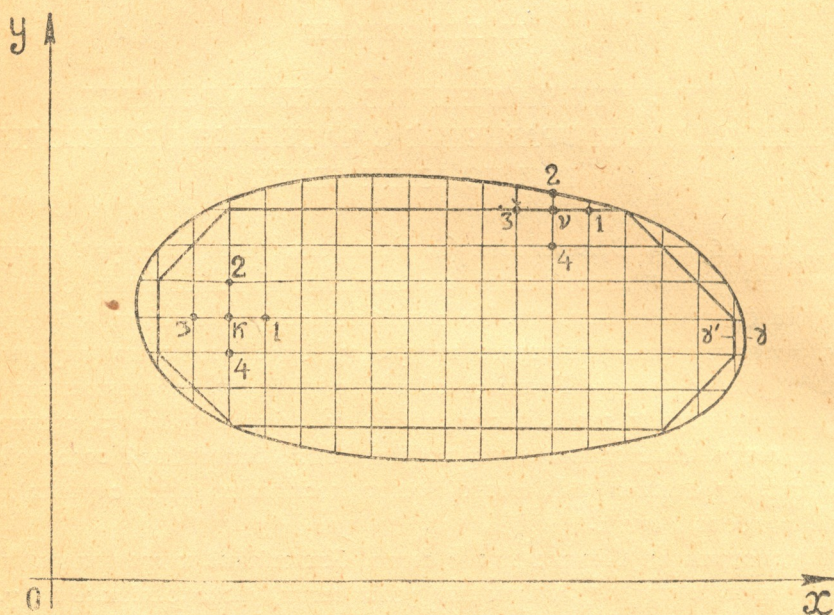
$$a \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + c \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + d \frac{\partial u}{\partial x} + e \frac{\partial u}{\partial y} - gu = t, \quad (1)$$

где a, c, d, e, g и t суть функции от (x, y) , по заданным на γ граничным значениям функции $u(x, y)$. Пусть функции a, c, d, e, g и t непрерывны в области D и кроме того $a > 0, c > 0, g \cong 0$ в той же области.

Возьмем внутри γ' какую-нибудь точку с отметкой k , и пусть u_k обозначает значение $u(x, y)$ в этой точке. Затем на γ' отметим точку v , и через v обозначим значение в ней функции $u(x, y)$.

Мы предлагаем практически удобный метод численного решения поставленной задачи. Наш способ решения — разностный и заключается в том, что уравнение (1) в точках сетки, лежащих внутри γ' , заменяется уравнением вида

$$u_k = \frac{1}{b_k} \sum_i \beta_i u_i - \frac{T_k}{b_k} - R_k, \quad (2)$$



в котором значения β_i положительны и кроме того

$$\sum_i \beta_i \leq b_k.$$

Для замены того же уравнения (1) в точках, принадлежащих γ' , мы выводим уравнения вида

$$u_v = \frac{1}{b_v} \sum_m \alpha_m u_m - \frac{T_v}{b_v} - R_v, \quad (3)$$

в которых значения α_m положительны и кроме того

$$\sum_m \alpha_m \leq b_v.$$

За подробностями относительно структуры уравнений вида (2) отсылаем к монографии [1], что же касается уравнений вида (3), то при выво-



де этих уравнений подбирается такая линейная комбинация значений u_m в точках сетки, окружающих, например, точку v , которая обеспечивает наибольший порядок малости R_v относительно h .

Так, например, применяя формулу Тейлора к разностям $u_r - u_v$ ($r = 1, 2, 3, 4$) и используя полученные выражения, приходим к уравнению вида

$$u_v = \frac{1}{b_v} \sum_{m=1}^4 \alpha_m u_m - \frac{T_v}{b_v} - R_v,$$

в котором

$$\alpha_1 = l(h+l) \left(a_v + \frac{hdv}{2} \right),$$

$$\alpha_2 = 2h^2 \left(c_v + \frac{hev}{2} \right),$$

$$\alpha_3 = l(h+l) \left(a_v - \frac{hdv}{2} \right),$$

$$\alpha_4 = 2hl \left(c_v - \frac{lev}{2} \right),$$

$$T_v = lh^2(h+l)t_v,$$

$$b_v = (h+l) [2la_v + 2hc_v + h(h-l)e_v + lh^2g_v],$$

где, например, a_v обозначает значение a в точке с отметкой v , а $l \cong h$ — расстояние между точками 2 и v .

Вычисление показывает, что остаточный член R_v будет третьего порядка малости относительно h .

Из самого способа, которым значение функции $u(x, y)$ в произвольной точке сетки выводится из значений, которые она принимает в соседних точках, с очевидностью вытекает, что формулы (2) и (3), соответственно, имеют место для любых точек сетки, лежащих как внутри γ' , так и на контуре γ' .

Формулы (2) и (3), если откинуть остаточные члены, дают возможность выписать $p+q$ линейных алгебраических уравнений со столькими же неизвестными значениями $u(x, y)$ в p точках сетки, расположенных на γ' и в q точках сетки, лежащих внутри γ' .

Таким образом, вопрос отыскания значений искомой функции во внутренних точках сетки по известным значениям на границе мы приводим к решению $p+q$ линейных уравнений со столькими же неизвестными. Полученную систему удобно решать методом последовательных приближений.

Простые вычисления показывают, что для s -го приближения абсолютное значение погрешности в произвольной точке сетки, если она имеет номер μ , не больше величины

$$(1 - \delta^{\mu+1})^s \epsilon,$$

где δ —некоторое число, лежащее между нулем и единицей, а ϵ —максимальная абсолютная погрешность исходных значений.

Этим сходимость последовательных приближений установлена для любой исходной погрешности.

Едва ли следует отметить, что полученное нами решение единственное.

Пусть остаточный член R_v формулы (3) порядка h^σ , а остаточный член R_k формулы (2) порядка h^τ . Пусть ξ обозначает погрешность, возникающую вследствие замены дифференциального уравнения (1) теми уравнениями в конечных разностях, которые получаются путем отбрасывания в равенствах (2) и (3) остаточных членов. С помощью рассуждений, аналогичных рассуждениям С. А. Гершгорина [2], можно показать, что

$$|\xi| < ch^\sigma + c_1 h^{\tau-2} \quad (\tau > 2),$$

где числа c и c_1 зависят как от уравнения (1), так и от вида области D .

Отсюда следует, что удачное построение формул вида (2) и (3) должно сильно снизить погрешность окончательного результата.

Вместо формулы (3) можно пользоваться и несколько видоизмененными формулами, которые в некоторых случаях оказываются более выгодными.

Так, например, рассмотрим уравнение Пуассона

$$\Delta u = \varphi(x, y).$$

Соответствующее конечно-разностное уравнение можно взять в виде

$$u_v = \frac{1}{10lh^2 + 6h^3 + 6l^2h + 2l^3} \left\{ l(h^2 - l^2)(u_5 + u_8) \right. \\ \left. + (4h^2l + 2l^3)u_1 + 6h^3u_3 + (2h^2l + l^3 + 3l^2h)(u_2 + u_4) \right. \\ \left. - 3lh^3(h+l)\Delta u_v - lh^3(h^2 - l^2)\frac{\partial \varphi_v}{\partial x} \right\} - R_v,$$

где Δu_v и $\frac{\partial \varphi_v}{\partial x}$ обозначают значение Δu и $\frac{\partial \varphi}{\partial x}$ в точке v . Остаточный член предыдущей формулы—четвертого порядка малости относительно h .

Легко усмотреть, что если использовать предыдущую формулу и одну из наших формул, выведенных в работе [3], то порядок малости погрешности окончательного результата будет вдвое превосходить порядок той

погрешности, которая получается при решении уравнения Пуассона с помощью (2) с исправлением граничных значений по Коллатцу [4].

Таким же образом мы можем поступить и в случае трехмерных областей. Ввиду далеко идущей аналогии с предыдущим, здесь мы заметим только, что нетрудно при помощи подходящего рассуждения составить себе представление о том, как можно найти функцию $u(x, y, z)$, которая в области, ограниченной замкнутой поверхностью, удовлетворяет дифференциальному уравнению

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \varphi(x, y, z),$$

а на поверхности условию $u = f(x, y, z)$.

Рассмотрим, наконец, формулы, с помощью которых удобно выполнить численное интегрирование уравнения теплопроводности

$$\Delta u = a^2 \frac{\partial u}{\partial t},$$

с заданными граничными и начальными условиями.

Одну из нужных нам формул мы получим, если построим значение операции Лапласа для точки v , приняв во внимание четыре ближайшие точки с отметками 1, 2, 3, 4 и положим

$$a^2 \frac{\partial u}{\partial t} \approx \frac{a^2}{\delta} (u_{v, i+1} - u_{v, i}),$$

где δ обозначает величину шага по t , а $u_{v, i+1}$ и $u_{v, i}$, соответственно, обозначают приближенные значения u в точке v $(i+1)$ -го и i -го слоя (по времени).

Если положить

$$\delta = \frac{a^2 h^2}{4},$$

интересующая нас формула примет вид

$$u_{v, i+1} = \frac{h}{2l} \frac{lu_{v, i}^{(1)} + hu_{v, i}^{(3)}}{h+l} + \frac{u_{v, i}^{(2)} + u_{v, i}^{(4)}}{4} + u_{v, i} \left(1 - \frac{h+l}{2l} \right), \quad (4)$$

где $u_{v, i}^{(p)}$ ($p=1, 2, 3, 4$) обозначают значения u в ближайших к точке v точках i -го слоя.

Формула (4) для точек, лежащих внутри γ' , принимает вид:

$$u_{k, i+1} = \frac{u_{k, i}^{(1)} + u_{k, i}^{(2)} + u_{k, i}^{(3)} + u_{k, i}^{(4)}}{4}. \quad (5)$$

Формулы (4) и (5) позволяют вычислить значения u слой за слоем для точек, лежащих внутри γ . В самом деле, с помощью (4) и (5) мы

прежде всего вычисляем значения функции $u(x, y, t)$ в точках, лежащих внутри γ при $t = \delta$, что возможно, так как значения $u(x, y, t)$ в этих точках при $t = 0$ нам известны, затем шаг за шагом отыскиваем значения $u(x, y, t)$ при $t = 2\delta, 3\delta, \dots, i\delta$.

Грузинский Филиал АН СССР
Тбилисский Математический Институт

(Поступило в редакцию 28.3.1940)

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ш. Е. Микеладзе. Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений с частными производными. Изд. Академии Наук СССР, 1936.
2. S. Gerschgorin. Fehlerabschätzung für das Differenzenverfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen. Zeitschr. für angew. Math. und Mech., 10, 1930.
3. Ш. Е. Микеладзе. О численном решении дифференциальных уравнений Лапласа и Пуассона. Изв. Акад. Наук СССР, № 2, 1938.
4. L. Collatz. Bemerkungen zur Fehlerabschätzung für das Differenzenverfahren bei partiellen Differentialgleichungen. Zeitschr. für angew. Math. und Mech., 13, 1933.

А. Я. ГОРГИДЗЕ и А. К. РУХАДЗЕ

ОБ ОДНОМ ЧИСЛЕННОМ РЕШЕНИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ПЛОСКОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

1. В 1934 году в Докладах АН СССР Н. И. Мусхелишвили опубликовал две статьи [1], [2], в которых решение первой основной задачи плоской теории упругости (когда на контуре задаются напряжения) сведено к решению определенной системы интегральных уравнений [см. ниже, формула (1)]. Особенностью этой системы является то, что соответствующая однородная система имеет решения отличные от нуля, вследствие чего непосредственное применение обычных приемов численного решения представляется невозможным.

В 1937 году Н. И. Мусхелишвили в работе [3] указал способ, позволяющий обойти эту трудность. Способ заключается в следующем: к системе интегральных уравнений присоединяется ряд интегральных и конечных соотношений, вполне фиксирующих искомые функции. Полученная система приводится, при помощи формул механических квадратур, к приближенной системе алгебраических линейных уравнений, причем число уравнений больше числа неизвестных; такая система может быть решена методом наименьших квадратов.

Эта идея Н. И. Мусхелишвили была использована нами для разработки метода численного решения интегральных уравнений плоской задачи теории упругости, причем нами были даны оценки погрешностей. Для иллюстрации метода мы решили некоторые примеры.

2. Пусть область S , занятая упругим телом, ограничена несколькими замкнутыми контурами⁽¹⁾: $L_1, L_2, \dots, L_m, L_{m+1}$, из которых L_{m+1} охватывает все предыдущие. Полную границу области S обозначим через $L = L_1 + L_2 + \dots + L_{m+1}$.

Для определенности будем иметь в виду первую основную задачу, когда на границе области заданы напряжения.

Решение этой задачи, как показал Н. И. Мусхелишвили, приводится к отысканию двух функций $\varphi(\zeta)$ и $\psi(\zeta)$, голоморфных в рассматриваемой области S .

⁽¹⁾ Здесь мы придерживаемся обозначений Н. И. Мусхелишвили.

Для нахождения $\varphi(\bar{z})$ имеем следующую систему интегральных уравнений⁽¹⁾:

$$p(\tau) - \frac{1}{\pi} \int_L [p(t)(1 + \cos 2\vartheta) + q(t) \sin 2\vartheta] d\vartheta = A_1(\tau), \quad (1)$$

$$q(\tau) - \frac{1}{\pi} \int_L [p(t) \sin 2\vartheta + q(t)(1 - \cos 2\vartheta)] d\vartheta = A_2(\tau),$$

где p и q — вещественная и мнимая части $\varphi(\bar{z})$, $A_1(\tau)$ и $A_2(\tau)$ — заданные функции, τ и t — точки границы, ϑ — угол, составленный вектором \vec{ti} с осью Ox .

Для того, чтобы вполне фиксировать искомую функцию, достаточно к предыдущей системе добавить следующие соотношения⁽²⁾:

$$\int_L \frac{\varphi(t)}{(t-a_j)^2} dt = 0 \quad (j=1, 2, \dots, m), \quad (2)$$

$$\varphi(t_1) = 0, \quad \Im \frac{\varphi(t_2) - \varphi(t_1)}{t_2 - t_1} = 0,$$

где a_j — произвольная точка внутри L_j , t_1 и t_2 — две точки на контуре L_{m+1} .

3. С целью численного решения задачи, выберем на границе L n точек: t_1, t_2, \dots, t_n и применим к интегралам, входящим в систему (1), (2), какую-либо формулу механических квадратур. Тогда вместо системы (1), (2) получим линейную алгебраическую систему $2(n+m)+3$ уравнений с $2n$ неизвестными:

$$p_j - \frac{1}{\pi} \sum_{k=1}^n [p_k(1 + \cos 2\vartheta_{jk}) + q_k \sin 2\vartheta_{jk}] \Delta\vartheta_{jk} = A_1(t_j) + \frac{1}{\pi} \rho_1(t_j),$$

$$q_j - \frac{1}{\pi} \sum_{k=1}^n [p_k \sin 2\vartheta_{jk} + q_k(1 - \cos 2\vartheta_{jk})] \Delta\vartheta_{jk} = A_2(t_j) + \frac{1}{\pi} \rho_2(t_j),$$

$$\sum_{k=1}^n \left\{ p_k \left[\frac{\Delta t_k}{(t_k - a_j)^2} + \frac{\Delta \bar{t}_k}{(\bar{t}_k - \bar{a}_j)^2} \right] + q_k \left[\frac{i \Delta t_k}{(t_k - a_j)^2} + \frac{i \Delta \bar{t}_k}{(\bar{t}_k - \bar{a}_j)^2} \right] \right\} = \rho_3, \quad (3)$$

$$\sum_{k=1}^n \left\{ -p_k \left[\frac{i \Delta t_k}{(t_k - a_j)^2} + \frac{i \Delta \bar{t}_k}{(\bar{t}_k - \bar{a}_j)^2} \right] + q_k \left[\frac{\Delta t_k}{(t_k - a_j)^2} + \frac{\Delta \bar{t}_k}{(\bar{t}_k - \bar{a}_j)^2} \right] \right\} = \rho_4,$$

$$-p_2 \left[\frac{i}{t_2 - t_1} + \frac{\bar{i}}{\bar{t}_2 - \bar{t}_1} \right] + q_2 \left[\frac{1}{t_2 - t_1} + \frac{1}{\bar{t}_2 - \bar{t}_1} \right] = 0,$$

$$p_1 = 0, \quad q_1 = 0,$$

⁽¹⁾ См. [1], [2].

⁽²⁾ См. [3].

где $j=1, 2, \dots, m$; ρ_1, ρ_2, ρ_3 и ρ_4 —погрешности, допущенные при замене интегралов суммами.

Решая систему (3) по способу наименьших квадратов, получим значения \hat{p}_j и \hat{q}_j . Если отбросить погрешности ρ_1, ρ_2, ρ_3 и ρ_4 , найдем приближенное решение системы (3), которое обозначим через \tilde{p}_j и \tilde{q}_j .

Следуя способу Nyström'a [4], заменим в уравнениях (1) интегралы суммами. Это даст приближенные выражения для $\hat{p}(\tau)$ и $\hat{q}(\tau)$.

4. Для оценки погрешности мы использовали метод, приведенный в книге Л. В. Канторовича и В. И. Крылова⁽¹⁾, который для нашего случая пришлось слегка обобщить.

А именно, для оценки погрешности рассматриваем разность точных значений p и q и приближенных значений \tilde{p} и \tilde{q} . Эти разности оцениваются с помощью величин, которые получаются при решении самой системы (3). Оценки погрешности имеют следующий вид:

$$|p - \tilde{p}| \cong \frac{K}{\pi} [1 + 3(2m+1)M] [P + QH^{(0)}],$$

$$|q - \tilde{q}| \cong \frac{K}{\pi} [1 + 3(2m+1)M] [P + QH^{(0)}],$$
(4)

где

$$H^{(0)} \cong \frac{s + \frac{K}{\pi} [1 + 3(2m+1)M] P}{1 - \frac{K}{\pi} [1 + 3(2m+1)M] Q},$$

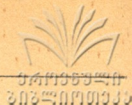
K —малая постоянная, зависящая от формулы механических квадратур, M, P и Q —известные постоянные, s —верхняя граница \tilde{p} и \tilde{q} , m —число внутренних контуров.

5. Для практической оценки точности метода, нами рассмотрены некоторые примеры, для которых легко может быть получено точное решение; в частности, мы рассмотрели случай кругового диска под действием сосредоточенных сил, приложенных к контуру.

Мы взяли $n=8$ и, соответственно этому, получили 19 уравнений с 16 неизвестными. Мы вычислили X_x и Y_y для различных внутренних точек области.

Полученные приближенные решения во всех рассмотренных случаях совпадают с точными решениями до второго десятичного знака (относительная погрешность не превышает $10^0/0$).

⁽¹⁾ Упомянутые авторы рассматривают случай одного уравнения.



Указанный метод применим и в случае контуров с угловыми точками. С целью выяснения применимости метода к контурам с угловыми точками, нами была рассмотрена первая краевая задача теории потенциала для области, ограниченной петлей лемнискаты Бернулли.

Погрешность оказалась такого же порядка, как в случаях гладких контуров.

Заметим, наконец, что если указанный метод применить к интегральным уравнениям, полученным Д. И. Шерманом [6], то число неизвестных будет равно числу уравнений.

Грузинский Филиал АН СССР
Тбилисский Математический Институт

(Поступило в редакцию 26.3.1940)

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. И. Мусхелишвили. Новый общий способ решения основных контурных задач плоской теории упругости. Доклады АН СССР, т. III, № 1, 1934, стр. 7—11.
 2. Н. И. Мусхелишвили. Исследование новых интегральных уравнений плоской теории упругости. Доклады АН СССР, т. III, № 2, 1934, стр. 73—77.
 3. Н. И. Мусхелишвили. О численном решении плоской задачи теории упругости. Труды Тбилисского Математического Ин-та, т. I, 1937, стр. 83—87.
 4. Б. I. Nyström. Über die Praktische Auflösung von Integralgleichungen. Acta Mathematica, Bd. 54, 1930, S. 185—204.
 5. Л. В. Канторович и В. И. Крылов. Методы приближенного решения уравнений в частных производных. 1936, стр. 117—124.
 6. Д. И. Шерман. Статическая плоская задача теории упругости для изотропных неоднородных сред. Труды Сейсмологического Института АН СССР, № 86, 1938, стр. 1—50.
-

И. П. ТАРАСАШВИЛИ

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ В СМЫСЛЕ HILL'a ДВИЖЕНИЯ ПЛУТОНА В СХЕМЕ FATOU

Целью настоящей заметки является обсуждение вопроса о величине константы интеграла энергии для Плутона, рассматриваемого как материальная точка, движущаяся под действием притяжения солнца и семи компланарных круговых концентрических колец Гаусса, соответствующих семи планетам: Венере, Земле, Марсу, Юпитеру, Сатурну, Урану и Нептуну. Настоящая заметка дает второй пример приложения теории ограниченной проблемы Fatou, разбиравшейся в нашей диссертации [1], к проблемам, связанным с реальными телами солнечной системы.

Вычисление константы интеграла энергии для Плутона, помимо самостоятельной ценности, может позволить определить границы области возможного движения для Плутона в схеме, которая более близка к реальности, чем схема одного притягивающего солнца. Как и следовало ожидать, область эта оказывается замкнутой и верхняя граница возможных расстояний Плутона от солнца является некоторой конечной величиной. Таким образом мы доказываем, что движение Плутона в нашей схеме является устойчивым в смысле Hill'a и определяем числовую величину верхней границы возможных расстояний Плутона от солнца.

Интеграл энергии в нашей задаче будет иметь вид

$$v^2 = \dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{\chi}^2 = 2(W+h),$$

где

$$W = W_S + \sum_{i=1}^7 W_{A_i};$$

$$W_S = \frac{k^2}{R}; \quad W_{A_i} = \frac{2k^2}{r\pi} \frac{m_i}{\sqrt{a_i^2 + R^2 + 2a_i r}} K(x_i^2);$$

$$R = \sqrt{r^2 + \chi^2}; \quad r = \sqrt{x^2 + y^2} = R \cos \beta;$$

$$K(x_i^2) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - x_i^2 \sin^2 \varphi}}; \quad x_i^2 = \frac{4a_i r}{a_i^2 + R^2 + 2a_i r};$$



причем x, y, z суть прямоугольные координаты движущейся точки P в системе, для которой плоскость xu совпадает с общей плоскостью всех планетных колец. За последнюю принята плоскость эклиптики. Величина R есть расстояние P от солнца, r — проекция этого расстояния на плоскость xu , k^2 — постоянная тяготения, m_i — масса планетного кольца A_i и a_i — радиус этого кольца. Используя интеграл энергии для оскулирующего Кеплерова движения и соотношение:

$$v^2 = 2k^2 \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{2a} \right),$$

получим следующую формулу для определения константы интеграла энергии h через координаты x, y, z точки P , и соответствующую тому же моменту времени величину оскулирующей полуоси a :

$$h = -\frac{k^2}{2a} - 2k^2 \sum_{i=1}^7 \frac{\nu_i K(\alpha_i)}{V a_i^2 + R^2 + 2a_i r}; \quad \nu_i = \frac{m_i}{\pi}. \quad (1)$$

Для большей простоты вычислений мы ограничиваемся расстоянием лишь моментов прохождения через перигелий оскулирующей орбиты. Для этого момента будет:

$$\begin{aligned} R &= q = a(1 - e); \quad z = q \sin \beta; \\ r &= q \cos \beta; \quad \sin \beta = \sin \omega \sin i. \end{aligned} \quad (2)$$

Группа формул (1) и (2) достаточна для определения константы интеграла энергии по заданной системе оскулирующих Кеплеровых элементов. В случае, когда мы непосредственно знаем для некоторой эпохи t величины координат и компонентов скорости:

$$x', y', z',$$

удобнее пользоваться формулой:

$$h = \frac{1}{2} v^2 - 2k^2 \left[\frac{1}{2R} + \sum_{i=1}^7 \frac{\nu_i K(\alpha_i^2)}{V a_i^2 + R^2 + 2a_i r} \right]. \quad (3)$$

Определив величину константы энергии h , мы можем написать уравнение поверхности Hill'a $v^0(h)$ или поверхности нулевой скорости:

$$W + h = 0,$$

ограничивающей область возможного движения

$$W + h > 0,$$

из которой не может в нашей схеме никогда выйти движущаяся точка P .

Мы провели вычисление значения h , причем, для этой цели, исходными данными нам послужили 8 систем элементов орбиты Плутона, взятые по Seagrave [2], Grommelin [3], Zagar [4, 5], Silva [6], Whipple'a [7], также и система начальных значений x, y, ζ и x', y', ζ' , взятая по Smiley [8].

Результаты вычисления представлены в нижеследующей таблице:

$h \times 10^4$		Двойное расстояние от солнца (в астр. ед.)	
В схеме без колец	В схеме Fatou	В схеме (2a) без колец	В схеме Fatou
-37.11	-37.21	79.74	79.72
-35.84	-35.97	82.57	82.55
-37.10	-37.24	79.75	79.72
-37.21	-37.34	79.53	79.47
-37.38	-37.52	79.16	79.15
-35.65	-35.80	83.00	82.99
-37.36	-37.50	79.19	79.12
-36.86	-36.99	80.29	80.25
-35.89	-36.42	82.45	81.97
Среднее . .		80.63	80.55

В третьем и четвертом столбцах этой таблицы мы поместили значения расстояния от солнца S , которые соответствуют радиусу круга нулевых скоростей, получаемого от пересечения поверхности нулевой скорости $v^0(h)$, соответствующей данному значению константы h , с плоскостью x, y . Эти величины можно рассматривать как значения верхней границы возможных расстояний от солнца при соответствующем значении константы h .

Кроме того, как это указано в заголовках таблицы, мы даем в ней не только значения h и R , соответствующие нашей схеме Fatou с семью планетными кольцами, но также и те значения h и R , которые соответствуют «невозмущенному» движению в схеме с одним только солнцем с устранными планетными кольцами.

Сравнение «невозмущенных» и «возмущенных» значений показывает, что возмущенные значения хотя и мало, но все же отличаются от невозмущенных, и именно отличаются в сторону уменьшения, как это и следует согласно формуле (1). Что касается величины предельного значения R , то она в невозмущенном варианте оказывается несколько большей, чем в задаче с учетом возмущений от колец. Отличие это однако весьма не велико.

Грузинский Филиал АН СССР
 Абастуманская Астрофизическая Обсерватория
 (гора Канобили)

ÜBER DIE HILLSCHE STABILITÄT DER PLUTONBEWEGUNG IM FATOUSCHEN SCHEMA

Von I. TARASSASCHWILI

Zusammenfassung

Die Note ist der Berechnung der Konstante für das Energieintegral des Pluton gewidmet. Hierbei wird der Pluton als materieller Punkt betrachtet, der sich unter dem Einfluss der Sonnenanziehung und von sieben komplanaren konzentrischen Gausschen Kreisringen bewegt.

Die Berechnung der Konstante des Energieintegrals gestattet es, die Grenzen der Plutonbewegung in einem Schema zu bestimmen, welches der Wirklichkeit näherkommt, als das Schema der Sonnenanziehung allein. Es stellt sich heraus, dass dieses Gebiet geschlossen ist und die obere Grenze der Entfernung von der Sonne eine gewisse endliche Grösse darstellt. Hieraus folgt dann, dass im betrachteten Schema die Plutonbewegung im Hillschen Sinne stabil ist.

Georgische Abteilung

d. Akad. d. Wiss. d. USSR

Astrophysikalisches Observatorium in Abastumani

(Mt Kanobili)

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ZITIERTE LITERATUR

1. И. П. Тарасашвили. О движении малого тела в наружной области планетной системы (в печати).
2. F. E. Seagrave. Circular orbit elements of the Transneptunian Planet X. JRAS of Canada, Vol. XXIV.
3. A. C. D. Grommelin. J. Br. Astr. Ass. 40, p. 265—267.
4. F. E. Zagar. Die Bahn Plutos mit Berücksichtigung der Störungen. A. N., B. 240, S. 335, 1930.
5. — Elemente Plutos. A. N., B. 240, S. 315, 1930.
6. G. Silva. Neue Elemente des vermuteten transneptunischen Planeten. A. N., B. 238, S. 355, 1930.
7. L. Whipple. Lick Obs. Bull. No 427, p. 40.
8. H. Smile y. A Comparison of 1930 observations of Pluto. A. N., B. 239, S. 113, 1930.

В. В. КЕБУЛАДЗЕ и Ш. М. ЧХЕНКЕЛИ

РАДИОАКТИВНОСТЬ МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗВАРЕ И НУНИСИ

Осенью 1937 г. Геофизическим Институтом Грузинского Филиала Академии Наук СССР была проведена радиометрическая экспедиция, под руководством В. В. Кебуладзе, с целью исследования радиоактивности минеральных источников Зваре и Нуниси (Западная Грузия, Орджоникидзевский район).

В настоящей статье даны результаты ежедневных радиометрических измерений, произведенных нами непосредственно у выходов этих источников с 25.X по 25.XI.1937 г.

Минеральные источники Зваре расположены в ущельи р. Зварула к юго-востоку от железнодорожной станции Молити, в км 4 от последней. Выходы этих источников покрыты толстым слоем аллювия р. Зварула, под которым расположены песчано-мергелистые известняки верхнего мела.

Минеральные источники Зваре делятся на два типа: соляно-щелочные и сернистые; общий дебит источников первого типа около 40000 л/сутки, а второго—6000 л/сутки.

Из 12 выходов соляно-щелочных источников исследованию подверглись пробы лишь от двух выходов с номерами 1 и 13, вследствие труднодоступности остальных. Что же касается сернистого источника, то он имеет один только выход № 3, откуда мы и брали пробы для исследования.

Минеральные источники Нуниси находятся в ущельи притока р. Зварула—речки Сачхенис-геле, в км 7 к юго-востоку от железнодорожной станции Молити, в км 3 от источников Зваре. Выходы источников Нуниси приурочены к андезитовым туфобрекчиям. Все источники Нуниси слабо-сернистые и относятся к типу соляно-щелочных вод. Общий дебит минеральных источников Нуниси около 15000 л/сутки.

В Нуниси имеется всего три разных источника, известных среди местного населения под названием: 1) «против кожных заболеваний», 2) «против головной боли» и 3) «против нервных заболеваний», причем первый источник имеет три выхода, которые нами для краткости соответственно

Результаты наблюдений в Зваре

Электрометр № 199

Таблица 1

Дата наблюд.	Номер источника и место взятия пробы	Температура источника по С	Объем про- бы в см ³	Кол. эм. радия в ед. махе	Среднее
25.X	№ 1. Выход	12,5	550	0,18	—
27.X		12,5	560	0,13	
28.X	"	12,5	720	0,10	0,15
29.X		12,5	540	0,11	
9.XI	"	12,5	420	0,25	—
30.X		12,0	820	0,26	
1.XI	№ 3. Выход	12,0	790	0,24	—
2.XI		12,0	520	0,26	
7.XI	"	12,0	700	0,24	0,25
3.XI		12,5	760	0,21	
4.XI	№ 13. Выход	12,5	720	0,25	—
5.XI		12,5	720	0,19	
8.XI	"	12,5	540	0,21	0,22

Результаты наблюдений в Нуниси

Таблица 2

Дата набл.	Номер источника и место взятия пробы	Температура источника по С	Электрометр № 199			Электрометр № 155			Среднее по двум приборам
			Объем пробы в см ³	Кол. эм. радия в ед. махе	Среднее	Объем пробы в см ³	Кол. эм. радия в ед. махе	Среднее	
12.XI	№ 4. В ванной комнате	14,5	980	0,06	0,06	1080	0,04	0,04	0,05
13.XI		14,5	960	0,05	—	640	0,04	—	
18.XI	№ 4. Выход	16,5	1100	1,90	2,15	1300	1,70	1,70	1,93
19.XI		17,0	700	2,40		—	—		
14.XI	№ 5. В ванной комнате	22,5	660	0,60	0,60	440	0,49	0,56	0,58
15.XI		22,5	—	—		330	0,62		
16.XI	№ 5. Выход	23,0	720	1,45	1,49	1180	1,12	1,07	1,28
17.XI		23,0	460	1,52		760	1,02		
20.XI	№ 1. Выход	28,0	740	0,97	0,98	760	0,96	0,94	0,96
21.XI		28,0	860	1,00		640	0,93		
22.XI	№ 3. Выход	27,0	780	1,06	1,06	600	0,77	0,74	0,90
23.XI		27,0	760	1,07		1040	0,71		
24.XI	№ 2. Выход	27,5	820	0,96	1,02	900	0,70	0,72	0,87
25.XI		27,5	1040	1,08		930	0,75		

обозначены № 1, № 2 и № 3, второй источник имеет один выход, обозначенный нами № 4, третий же источник нам пришлось отметить одним номером—№ 5, так как из нескольких его выходов только один оказался доступным для взятия пробы.

Пробы для определения радиоактивности минеральных источников №№ 1, 2, 3 брались у выходов; радиоактивность минерального источника № 4 определялась у выхода и в 60 м от него, а радиоактивность источника № 5 исследовалась у выхода, и на расстоянии 7 м от него.

Содержание эманации радия определялось циркуляционным способом радонового метода с помощью универсальных электрометров № 155 и № 199 системы завода «Геологоразведка».

Эталонами (№ 378 и № 380) служили растворы хлористого радия, изготовленные Всесоюзным Научно-исследовательским институтом метрологии, причем эталоны эти содержали соответственно $1,02 \cdot 10^{-10}$ и $4,19 \cdot 10^{-9}$ г радия.

Содержание количества эманации радия каждого источника определялось измерениями трехчасового ионизационного тока. При этом следует отметить, что пробы каждого источника Зваре подвергались наблюдениям только одним прибором № 199, в то время как пробы каждого источника Нуниси исследовались одновременно обоими приборами. Натуральное рассеяние электрометров при наших условиях колебалось от 0,02 до 0,05 дел./мин. Эталонирование прибора № 155 было нами произведено 19.IX.1937 г. эталоном № 380, а прибора № 199—6.IX.1937 г. эталоном № 378.

Пробы, доставленные в лабораторию Геофизического Института из минеральных источников Зваре и Нуниси, мы исследовали также на содержание солей радия.

Результаты радиометрических определений даны в таблицах 1 и 2, которые приводят к следующему:

1. Все источники Зваре и Нуниси слабо радиоактивны. Содержание эманации радия в этих источниках колеблется: в Зваре от 0,15 до 0,25 ед. махе, в Нуниси—от 0,87 до 1,93 ед. махе.

2. Наблюдения показали уменьшение содержания эманации радия с увеличением расстояния от выхода источника до места взятия пробы.

3. Радиоактивность источников Зваре и Нуниси обусловлена содержанием в них эманации радия.

Грузинский Филиал АН СССР
Тбилисский Геофизический Институт

(Поступило в редакцию 10.4.1940)



А. Г. БАЛАБУЕВ

ОПЫТ КЛИМАТО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАКАВКАЗЬЯ

Сообщение первое

Существующие характеристики климатических условий Закавказья в целом и отдельных его районов (Фигуровский, Шатский, Гачечиладзе, Курдиани и др.) имеют по преимуществу описательный характер, т. е. климатографический.

Лишь в отдельных случаях и для отдельных явлений имеются в литературе указания на факторы, обуславливающие возникновение этих явлений.

Задачи развития народного хозяйства и, в первую очередь, задачи внедрения и освоения специальных сельскохозяйственных культур (напр., субтропических), так же как и специфические задачи, возникающие при развертывании других отраслей народного хозяйства (связь, транспорт), связанные с физико-географическими особенностями Закавказья, предъявляют к вопросам исследования климатов Закавказья исключительно серьезные и глубокие требования, при условии срочного их разрешения.

Удовлетворение этих требований методами обычных климатографических (описательных) исследований не представляется возможным. Возникает необходимость отыскивать такие приемы работы, которые позволили бы получать климатические характеристики, удовлетворяющие запросам практики, с наименьшей затратой времени и средств.

Эта задача явилась стимулом для разработки методов использования коротких рядов наблюдений, методов углубления интерпретации существующих климатических показателей, приемов для повышения возможности приложения и увеличения достоверности интер- и экстраполирования данных пунктов наблюдений на соседние неосвоенные наблюдениями территории и т. п.

Эти принципы, как известно, были положены в основу тех обширных исследований субтропической зоны Закавказья, которые в последние годы были проведены Управлениями Гидро-Метслужбы и Ленинградским Агро-Мет. Институтом (АГМИ—ныне Отдел сельскохозяйственной метеорологии ВИР'а).

Нам представляется, что необходимым условием для успешного разрешения указанных выше задач является подход к климатическим исследованиям с генетической точки зрения, т. е. со стороны выявления причин и механизмов возникновения тех или иных климатических комплексов в каждой исследуемой территории или районе. Это положение даст возможность подойти к разрешению основной задачи — нахождению новых более совершенных приемов для получения возможно более полных и достоверных климатических характеристик.

С указанной точки зрения прежде всего представляется настоятельно необходимым выяснение основных факторов и механизмов, образующих климатический облик всего Закавказья в целом и главнейших его областей и районов, т. е. построение климато-генетической характеристики и климато-генетического районирования Закавказья.

Эта задача была поставлена нами еще в 1931 г. и разрабатывалась в течение последующих лет. Настоящее краткое сообщение представляет резюме произведенной работы¹.

В основу выполненного исследования были приняты следующие, вытекающие из самого характера проблемы, положения:

а) Климат данной территории (места) рассматривается автором как совокупность всех метеорологических явлений, осуществляющихся на этой территории (месте) в их годичном чередовании.

Такое определение климата, имея строго геофизический характер, охватывает все стороны исследуемого явления и в то же время устанавливает связь понятий климата и погоды.

б) В качестве основных климатообразующих факторов каждой отдельной географической территории принимаются:

1) условия облучения (соларный климат), 2) отношение исследуемой территории к макроциркуляционным процессам атмосферы той широкой области земного шара, в которой лежит исследуемая территория, 3) местные физико-географические условия в их отношении (воздействии) к атмосферным явлениям, обусловленным первыми двумя факторами.

Первый (условия облучения-инсоляции) и последний (местные физико-географические условия и в особенности макро-орография) факторы можно практически считать устойчивыми, условно неизменными на данном более или менее длительном (в геологическом смысле) отрезке времени; макроциркуляционные процессы, рассматриваемые как комплекс, составленный из различных типов и форм, варьирующих по отдельным годам, в целом, будучи обусловленными общими термодинамическими закономерностями всего земного шара, являются также достаточно устойчивыми на про-

¹ Работа в настоящее время автором заканчивается и представляется в качестве докторской диссертации.

тяжении длительного (геологически) отрезка времени. Так называемые аномальные атмосферные процессы рассматриваются нами как колебания интенсивности и устойчивости форм циркуляции, образующих указанный комплекс, а не как случай возникновения новых форм циркуляционного процесса [1, 2].

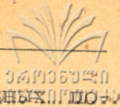
Указанная относительная устойчивость всех трех основных климатообразующих факторов позволяет построить схему макроклиматических особенностей той или иной территории не только в смысле описательном (климатографическом), но и в отношении вскрытия закономерностей, обусловливающих возникновение этих особенностей (т. е. в смысле климато-генетическом).

Сказанное касается, конечно, только макроклиматических элементов, поскольку относительная устойчивость факторов циркуляции и естественно-исторических условий имеет место только для макроэлементов (в особенности же в отношении макроорографии). Естественные и искусственные (вмешательство человека) изменения элементов микроорографического порядка и элементов подстилающего слоя могут протекать весьма быстро, в связи с чем происходят и соответствующие изменения в микроклиматическом комплексе, включая сюда и комплекс метеорологических элементов в прилегающем к земле слое воздуха.

Основной метод, примененный нами, заключался в рассмотрении климатических показателей отдельных метеорологических элементов и их сочетаний в связи с анализом сезонного хода атмосферных процессов, осуществляющихся в отдельных районах и территориях. Анализ этот производился в свете всей совокупности современных синоптико-метеорологических представлений о тех воздействиях, которые оказывают физико-географические (в первую очередь—орографические) условия рассматриваемых районов и территорий на ход и механизм осуществляющихся здесь атмосферных процессов.

Означенный анализ был проведен, с одной стороны, по линии сопоставления всего комплекса многолетних климатических выводов с наиболее вероятным (условно «нормальным»—в смысле повторяемости) ходом атмосферных процессов данного сезона, с другой—путем такого же рассмотрения отдельных сезонов (т. е. сезонов отдельных лет), месяцев и более коротких периодов (отдельных конкретных случаев осуществления тех или иных процессов). Особое внимание при этом обращалось на те периоды или даже отдельные случаи с очень короткой длительностью, когда атмосферные процессы проявлялись в особо резко выраженной или особо четкой форме («чистые формы»).

Такой анализ позволил осмыслить характер и численное значение климатических показателей, найти внутреннюю связь показателей отдельных элементов и расчленить значения показателей в тех случаях, когда эти значения образовались в результате неоднородных процессов. В конечном счете,



удалось установить территориальную репрезентативность отдельных показателей, а следовательно,—получить более или менее определенные основания для установления наиболее вероятных значений показателей на непосредственно не освещенные участки исследуемой территории. Этим же путем устанавливается возможность более рационального использования данных коротких рядов наблюдений.

Результаты проведенного исследования привели нас к следующим основным выводам.

Наиболее важными в климатогенетическом отношении для Закавказья моментами общей циркуляции являются: в холодное время года сочетание процессов, обусловленных циркуляцией, так называемого Азиатского зимнего муссона, с преобладанием на территории всего Кавказского перешейка NE→SW потока и циркулирующий циклонического характера, развивающихся в области пониженного давления, господствующей в это время года в Средиземьи (включая сюда и территорию Черного моря).

Вариации этих процессов, осуществляющиеся в отдельные годы, в высокой степени зависят, с одной стороны, от положения и интенсивности развития Азиатского антициклона, с другой—от положения и активности полярно- Σ фронта, с которым связано и развитие циклонической деятельности в Средиземьи. Весьма типичным для зимнего сезона является при этом образование на территории всего Кавказского перешейка весьма устойчивых, имеющих квази-стационарный характер, процессов, обусловленных взаимодействием окраины Азиатского максимума и депрессий над Черным морем и Малой Азией.

Для летнего периода центральное значение приобретают явления, обусловленные образованием типичного для этого сезона NW→SE переноса воздушных масс, имеющего муссонно-динамический характер и охватывающего огромную область Центральной Европы, юг ЕТС, северо-восточной Африки и всей передней Азии [2, 3, 4].

Следующими по значимости в климатическом отношении для Закавказья процессами являются:

а) процессы, связанные с переносами арктических масс воздуха по полярным и ультра-полярным осям [Г] и б) процессы, вызывающие выносы теплых (тропических) масс воздуха с юга (особенно для летнего времени).

Климатические условия переходных сезонов определяются вариантами сочетания перечисленных основных процессов, при этом значительную роль в характере явлений того или другого сезона играет явление метеорологической инерции.

Процессы весеннего сезона в Закавказьи (как и во всей южной зоне умеренного пояса Евразии) выражены резче и характернее, нежели осенние. Это обстоятельство объясняется тем, что в этот сезон наблюдается усиление вторжений арктических масс на Европейский сектор [2], при уве-

личении широтных термических градиентов и различий в характере стилирующего слоя (снеговой покров и его отсутствие) северных и южных широт.

Климатогенетическое значение физико-географических условий Закавказья выражается главным образом в воздействии, которое оказывает на макроциркуляционные процессы сильно развитая орография края. Этот момент определяет характер климатического комплекса как всего Закавказья, так и его отдельных областей. Влияние орографических элементов выражается в двух направлениях: а) в процессах задержки, изменения направлений и интенсивности воздушных потоков и в процессах трансформации масс и фронтальных явлений и б) в образовании процессов местного характера. Последние проявляются в основном в четырех формах: в формах феновых и фенообразных явлений, явлений динамического напора (Stau), явлений образования систем местного воздухооборота (горно-долинных и сходных с ними течений) и в форме явлений застойного характера.

Наиболее существенную климатообразующую роль всего Кавказского перешейка имеют горные системы Большого Кавказа и краевые хребты Малого Кавказа, а также расположенные параллельно этим системам депрессии: Рионо-Куринская и Средне-Араксинская. Перечисленные объекты вместе с влиянием прилегающих к Кавказскому перешейку морей обуславливают деление всего Кавказского перешейка в климатическом отношении.

Система хребтов Большого Кавказа отделяет к северу от него лежащую климатическую область Северного Кавказа от Закавказья. Последнее же в климато-генетическом отношении представляет соединение трех тесно связанных в отношении климатообразующих факторов климатических областей, каждая из которых вместе с тем обладает хорошо выраженными особенностями.

Рионо-Куринская депрессия, расположенная между системой хребтов Большого Кавказа и краевыми хребтами Малого Кавказа, образует территорию с чрезвычайно характерными особенностями осуществления всего комплекса погодных и климатообразующих процессов. Характер этих процессов позволяет выделить и рассматривать всю указанную территорию депрессии, как самостоятельный климато-географический объект, которому мы предлагаем дать наименование «Закавказский климатический коридор».

Существенные черты характера указанных климатообразующих процессов Закавказского климатического коридора определяются тем обстоятельством, что основной перенос воздушных масс и связанное с ним перемещение фронтальных зон по территории коридора происходит преимущественно в направлениях с основными составляющими $W \leftarrow E$. Обстоятельство это обуславливает весь климатический комплекс коридора, отражаясь как на термическом режиме, так, в особенности, на направлениях

и интенсивности воздушных потоков, и на распределении и режиме всех элементов комплекса влагооборота.

Закавказский климатический коридор делится меридиональным Месхийским хребтом (и составляющим его продолжение Аджаро-Имеретинским), связующим горные системы Большого и Малого Кавказа, на два весьма резко различающиеся и вместе с тем погодно-сопряженные климатические области — восточного и западного Закавказья.

Различие это определяется направлением и характером основного уклона обеих областей, обуславливающим, в свою очередь, характер вертикальной составляющей обоих направлений указанного выше основного переноса W—E на территориях каждой из указанных областей. Последнее же обстоятельство, в связи с преобладанием того или иного из основных направлений потоков и характером переносимых масс в отдельные сезоны, в результате возникновения эффекта воздействия местных физико-географических особенностей [главным образом в смысле образования фенового эффекта и эффекта динамического напора (Stau)], обуславливает весь климатический комплекс каждой из выделенных климатических областей.

Территория Закавказья, лежащая к югу от краевых хребтов Малого Кавказа и составляющая, по существу, северную окраину более обширной климатической области Армянского нагорья, имеет свои хорошо выраженные климатические особенности и может быть выделена в климатическую область южного Закавказья.

Основным климато-генетическим моментом, характеризующим эту область, является ослабление процессов описанного выше основного переноса Закавказского коридора (проявляющихся, притом, в менее выраженной форме только в северных и северо-восточных пограничных районах области); взамен этого фактора преобладающую климатообразующую роль приобретают здесь процессы местного воздухооборота и воздействия процессов, осуществляющихся в расположенной к югу от области территории.

Процессы местного воздухооборота, в свою очередь, обуславливаются орографией и термикой области. Орографией же определяется характерный режим влагооборота (преобладание фенового эффекта для всех направлений воздушных потоков, проникающих в рассматриваемую область). Влияние процессов на территории, расположенной к югу от области, отражается преимущественно на термическом режиме холодной половины года (сток холодного воздуха в нижние зоны области).

Дальнейшее климато-генетическое разделение областей построено нами на учете эффектов преобразований, обусловленных элементами орографии и вертикальной зональностью.

Обе климатические области, составляющие Закавказский климатический коридор, разделяются нами на три подобласти: северную, центральную

и южную (в области восточного Закавказья юго-западную). К области восточного Закавказья мы также относим четвертую подобласть—юго-восточную или Ленкорано-Талышинскую, которая, несмотря на значительное отличие от остальной территории области восточного Закавказья в элементах увлажнения, генетически составляет с этой областью одно целое.

Далее, на основе анализа климато-генетического эффекта узко-местных физико-географических элементов в указанных подобластях, так же как и в климатической области южного Закавказья, выделены климатические районы, характеризующиеся более или менее резко выраженными особенностями.

Указанное разделение будет более подробно изложено во втором сообщении.

Грузинский Филиал АН СССР
Тбилисский Геофизический Институт

(Поступило в редакцию 5.4.1940)

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Б. П. Мультановский. Основные положения синоптического метода долгосрочных прогнозов погоды. Москва, 1933.
2. Э. С. Лир. Типы сезонных циркуляций атмосферы над Евразией и Атлантикой. Метеорология и гидрология. 1936, № 1, 3—7.
3. G. Bauer. Luftzirkulation und Niederschlagsverhältnisse in Vorderasien. Gerlands Beiträge zur Geophysik. B. 45, H. 4. Leipzig, 1935.
4. G. Reediger. Der europäische Sommermonsun. Veröffentl. d. Geoph. Inst. d. Univ. Leipzig. B. IV, H. 3, 1929.

М. С. ЭРИСТАВИ

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО СТРАТИГРАФИИ СРЕДНЕЙ ЧАСТИ МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОКРЕСТНОСТЕЙ КУТАИСИ

К средней части меловых отложений окрестностей Кутаиси я отношу отложения апта, альба и сеномана. Выделение в этой толще ярусов и литологических свит было произведено еще Абихом [1], Фавром [2] и Симоновичем [3]. Последующие работы Fouquier [5] и Мефферта [6, 7] обновили стратиграфию района, но до сих пор зоны выделены не были и границы между ярусами требуют уточнения. В результате работы, выполненной в 1938—1939 гг., я делаю попытку в некоторой степени заполнить этот пробел.

В Кутаиси на обоих берегах р. Пхал-цители, в окрестностях села Годогани и в ущельи р. Сабанела-геле, мы имеем следующий разрез:

1. Над ургоном залегают слоистые сероватые мергели и мергелистые известняки, мощностью от 8 до 15 м. Это так называемые «переходные слои». К ним относится «экзогировый горизонт» Б. Мефферта. Последний не имеет определенного стратиграфического положения; банки с *Ostrea* встречаются как в низах, так и в верхах «переходных слоев». Фауны «переходных слоев» состоят из двустворок и брахиопод; встречается *Terebratulina dutempleana* d'Orb., дающая возможность отнести данные слои к апту.

2. Выше следуют литологически очень схожие сероватые слоистые мергели и мергелистые известняки, мощностью от 6 до 8 м, содержащие богатую фауну аммонитов. Эта пачка слоев относится к нижнему апту. По фауне можно различить 2 горизонта: нижний, содержащий большое количество *Colchidites* и *Imerites* и верхний, где преобладают *Ancyloceras*. Оба эти горизонта имеют чисто местное значение, т. к. *Ancyloceras*'овый горизонт в разных, сравнительно близких, разрезах находится на разном стратиграфическом уровне. В Кутаиси над *Ancyloceras*'овым горизонтом залегают слои, относящиеся по фауне уже к верхнему апту, но в то же время содержащие большое количество *Ancyloceras*; таким образом, *Ancyloceras*'овый горизонт заходит там в верхний апт. Между тем в Годогани



над *Ancyloceras*-овым горизонтом залегают слои, содержащие ниже-аптские *Douvilleiceras*. Нужно отметить, что *Colchidites* и *Imerites* в окрестностях Кутаиси встречаются только вместе с ниже-аптскими формами, и мнение, распространенное среди грузинских геологов, что *Colchidites* и *Imerites* для Грузии являются зональными ископаемыми, нужно считать доказанными для нашего района.

3. Верхний апт представлен серыми мергелями, слегка глауконитовыми, немного более рыхлыми и тонкослоистыми, чем нижезалегающие породы. Мощность около 3—4 м. Фауна содержит типичные верхне-аптские формы — *Phylloceras Velledae*, *Douvilleiceras Martini*, *Acanthoplites aschiltaensis*, *Hibolites semicanaliculatus*.

4. Выше залегают клансейский горизонт, который прежними исследователями выделен не был. Нижняя часть клансейского горизонта представлена сероватыми мергелями, очень похожими на мергель верхнего апта. Мощность этих мергелей около 3—5 м. Они содержат довольно богатую фауну, в том числе характерные для клансея формы — *Acanthoplites Nolani*, *Acanthoplites multispinatus*, *Acanthoplites Uhligi*, *Hibolites brevis*, *Hibolites moderatus* по моим данным встречается как в клансее, так и в верхнем апте. Выше мергелей залегают серовато-голубые, мергелистые, тонкослоистые глины с прослоями рыхлых песчаников. Мощность глин от 20 до 30 м. В глинах часто встречается *Aucellina caucasica*, дающая возможность отнести их к клансейскому горизонту.

5. Выше залегают рыхлые, плохослоистые, глинисто-глауконитовые песчаники. В нижней части песчаников встречена *Leymeriella tardefurcata*. Эта часть песчаников относится ко второй зоне альба. Верхняя часть глинистых песчаников не содержит характерной фауны и по своему стратиграфическому положению относится к третьей и возможно также к четвертой зоне альба, за которыми следуют.

6. Глауконитовые песчаники мощностью до 8—10 м. По их стратиграфическому положению и данным Мефферта [6] их нужно отнести к сеноману. Нужно отметить, что нет никаких оснований считать глауконитовые песчаники трансгрессивно залегающими. Хорошо виден переход от ниже залегающих глинистых песчаников к залегающим выше глауконитовым песчаникам, а конгломерат в основании свиты является внутрiformационным и находится на разных стратиграфических уровнях в разных разрезах.

7. На глауконитовые песчаники налегают «орбулиновые известняки» Мефферта. Их мощность сильно колеблется и уменьшается с востока на запад. В ущелье Сабанела-геле она составляет около 50 м, а на берегах р. Цхал-цители не больше 6—8 м. В нижней части известняков был найден *Inoceramus* cf. *pictus*, а в верхней части *Inoceramus* ex gr. *Lamarcki*. Соответственно с этим нижняя часть должна быть отнесена к сеноману, а верхняя часть к нижнему турону.

В районе сел. Гумбри и курорта Цхалтубо разрез несколько иной. Мощность «переходных слоев» немного больше, чем в Кутаиси, а нижнеаптских отложений с аммонитами немного меньше (около 3—5 м). Свита альбских глинистых песчаников с *Leymeriella tardefurcata* здесь отсутствует; средняя и верхняя части альба представлены, повидимому, такими же голубоватыми глинами, как и клансей. Глины не содержат фауны и клансей не отделим от остальной части альба.

Выше залегают глауконитовые песчаники. Как и в Кутаиси, они по своему стратиграфическому положению относятся к сеноману.

Над глауконитовыми песчаниками залегает «флоридиновая свита», представленная слоистыми, глинисто-туфогенными песчаниками, мощностью в 20—25 м. В основании свиты залегает слой гумбрина. В низах свиты найден *Inoceramus pictus*, а в верхней части *Inoceramus cf. labiatus*. Следовательно, нижняя часть относится к сеноману, а верхняя к нижнему турону. Флоридиновая свита по своему стратиграфическому положению является эквивалентом орбулиновых известняков.

Разрез в селении Квахчири очень похож на кутаисский, от которого отличается незначительной мощностью голубых глин (8—10 м) и отсутствием глинистых песчаников. Возможно здесь верхне-альбские отложения отсутствуют.

В заключение отмечу, что фациальная изменчивость изученных отложений довольно сильна и разрезы, даже близко расположенные, показывают значительные отклонения в деталях.

Тбилисский Государственный Университет
имени Сталина
Кафедра геологии и палеонтологии

(Поступило в редакцию 20.2.1940)

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. H. Abich. Prodomus einer Geologie der Kaukasischen Länder, 1858.
2. E. Favre. Recherches géologiques dans la partie centrale de la chaîne du Caucase, 1875.
3. С. Симонович. Геологическое описание Окрибы. Мат. геол. Кавк., 1873.
4. S. Simonowitch. Les environs de Koutaïs et la vallée de la riv. Rion. Guide des excursions du VII Congrès Géol. Intern., 1897.
5. E. Fournier. Description géologique du Caucase central, 1896.
6. Б. Ф. Мефферт. Геологические исследования в Кутаисском и Ахалцихском уездах. Изв. Геол. Ком., т. XLVII, № 7, 1924.
7. Б. Ф. Мефферт. Геологическое описание Гумбри и Цхалтубо. Изв. Геол. Ком., т. L, № 7, 1931.

И. Р. КАХАДZE

ПРЕСНОВОДНЫЕ И НОРМАЛЬНЫЕ МОРСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ БАТСКОГО ЯРУСА В ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

Батские отложения в Западной Грузии известны как на самой Грузинской глыбе, так и вдоль ее северной периферии. Эти отложения наибольшим распространением пользуются в Окрибе, где их нижняя часть представлена довольно мощной (200—300 м) свитой листоватых глинистых сланцев, перемежающихся с тонкими слоями мелкозернистых песчаников. Возраст этой свиты, из-за отсутствия в ней руководящей фауны, установлен на основании стратиграфических соображений. Глинистые сланцы с полной постепенностью сменяют фаунистически хорошо охарактеризованные верхи байоса (зона с *Garantia garantiana*), поэтому, естественно, что возраст свиты определяется как нижний бат [2, 3, 6].

Свита глинистых сланцев, как показал А. Джанелидзе, отлагалась в условиях батской регрессии. Яркую картину нарастания этой регрессии дает вышележащая угленосная свита (мелко- и крупнозернистые слюдистокварцевые песчаники, богатые растительными остатками), в которую сланцевая свита переходит совершенно постепенно и которая вверх по разрезу показывает значительное увеличение размеров зерна слагающих ее песчаников [3]. К этой именно свите приурочены Ткибульское и Гелатское месторождения каменного угля.

Б. Мефферт указанную свиту условно относил к верхнему бату [6]. А. Джанелидзе же, указывая, что нет никакого основания отождествлять сланцевую свиту с нижним, а угленосные отложения с верхним батом, вместе с тем считает возможным обе свиты вместе отнести к бату.

Описанные отложения долгое время считались немymi, но уже в 1931 г. В. Курочкиным, а также А. Джанелидзе в толще глинистых сланцев были встречены тонкие пласты песчанистого люамшеля, почти сплошь сложенного раковинами и обломками раковин моллюсков. Фауна люамшеля включает представителей двух классов—гастропод (мелкие формы) и пластинчатожаберных. Между прочим, последние сохранили темнокоричневый эпидермальный слой. А. Джанелидзе, отметив в фауне бедность



видами наряду с огромным количеством индивидов и отнеся пелециподы к семейству *Unionidae*, справедливо вывел заключение, что включающие эту фауну осадки отложились в опресненной лагуне батского века, образовавшейся в Окрибе в результате регрессии байосского моря [3].

Обработка фауны дюмашеля, проведенная мною, подтвердила ее пресноводный характер и показала, что мелкие гастроподы, встречающиеся в этих слоях во множестве, представлены единственным видом *Valvata* (?) sp., а не менее многочисленные пелециподы, повидимому, эндемичным родом *Okribella* Kakh. (сем. *Unionidae*). В представителях этого рода можно выделить всего лишь три вида: *O. elliptica*, *O. elegans* и *O. bathonica* (4).

Свита сланцеватых глин Окрибы переходит и в смежный район Хрети-Мухура, но из этого района батской фауны пока не известно.

Угленосные отложения литологически, а также в общем и по стратиграфическому положению (залегание между лежащей над порфиритовой свитой байоса глинисто-песчанистой толщей и верхне-юрской пестроцветной свитой) схожие с таковыми Окрибы, проявляются спорадически к западу от Окрибы вдоль северной периферии Грузинской глыбы почти вплоть до Черноморского побережья. К ним приурочены Маганское, Ткварчельское и Бзыбское каменноугольные месторождения. Правда, Б. Мефферт [7] считает, что они должны быть отнесены к верхнему байосу, но все остальные исследователи, касавшиеся этих месторождений, безоговорочно приписывают им батский возраст [8, 9, 10].

Угленосные отложения этой полосы фауны не содержат, но общие региональные данные позволяют присоединиться к последнему взгляду. Действительно, даже беглый анализ разрезов районов этих месторождений показывает их регрессивный характер, начиная от верхов порфиритовой свиты до верхов угленосной, где местами (Бзыбское месторождение) в ее кровле залегают даже конгломераты. Учитывая же стратиграфические соотношения угленосной свиты этой полосы, можно заключить, что указанная регрессия как вдоль северной периферии Грузинской глыбы, так и в Окрибе вызвана одними и теми же (следовательно, и одновременными) движениями и поэтому имеются веские основания считать вышеуказанные угленосные отложения приблизительно одновозрастными, т. е. отнести их всех к батскому ярусу¹.

В Грузии долгое время не было известно нормальной морской фауны этого яруса. Однако, еще в 1936 г. Г. Чхотуа удалось собрать в бассейне среднего течения р. Бзыби коллекцию ископаемых, в которой мною были

¹ Правда, ископаемая флора угленосных отложений как Окрибы (Ткибули, Гелати), так и Ткварчели, налегающих на несомненный байос, палеофитологами характеризуется как нижне-юрская [6], но, очевидно, что в данном случае ископаемая флора основы для определения возраста дать не может.

определены морские ниже-батские формы, среди них и представители *Oppelia fusca* Quenst.

Хорошо сохранившийся экземпляр последнего вида из этих же отложений был передан мне П. Авалишвили, работавшим в указанном районе в 1939 г. Отметим, что этот район находится значительно севернее полосы угленосных отложений.

Ископаемые были собраны в ущельях правых притоков р. Бзыби-Бетаги и Бавью, — где, согласно данным Г. Чхотуа [12], наблюдается следующая последовательность отложений (снизу вверх в пределах интересующих нас осадков):

1. Мощная порфиритовая свита: массивные туфобрекчии и эффузии порфиров.
2. Туфогенные песчаники, микроконгломераты и микробрекчии с прослоями глинистых сланцев 90 м.
3. Глинистые песчаники, богатые песчанистыми конкрециями, растительными остатками и линзочками угля, слюдястые песчаники и переслаивающиеся с ними конгломераты 150 м.

Переход между всеми свитами вполне постепенный. Выше следуют трансгрессивно-залегающие келловейские глинистые сланцы и песчаники, в нашем разрезе отсутствующие.

Большая часть собранной фауны падает на глинистые песчаники с конкрециями (свита 3). Отсюда мною определены следующие формы:

- Nucula bethagensis* sp. nov.
Astarte sp. nov. (?)
Posidonia Buchi Roem.
Chlamys cf. *Meriani* Grepp.
Variamussium personatum Ziet
Discohelix bispinata Cossm.
Natica sp.
Phylloceras Kudernatschi Hauer
Lytoceras cf. *adeloides* Kud.
Oppelia fusca Quenst.

Не вдаваясь в подробное рассмотрение приведенного списка, анализ которого дан мною в другой работе [4], отмечу лишь морской характер фауны и наличие в ней представителей *Oppelia fusca* Quenst. (15 экземпляров). Этот вид понимается мною в смысле Grossouvre'a [1], доказавшего на основании точного анализа его строго ограниченное вертикальное распространение (нижний бат). Исходя из этого, в указанной свите песчаников (3) можно констатировать наличие нижнего бата, а свиту в целом отнести к бату, оставляя вопрос о присутствии верхнего бата открытым.



Из верхних горизонтов нижележащей (2) свиты был взят лишь один аммонит—*Lytoceras ilanense* Strem. Эта форма описана из батских отложений Крыма, что позволяет указанные горизонты свиты 2 отнести опять-таки к низам бата.

Нижние же части этой свиты содержат широко распространенный в байосе средней Европы *Parallelodon (Beushausenia) elongatum* Sow. и, таким образом, низы свиты 2 можно считать уже верхне-байосскими.

Приведенный разрез указывает на мелководный характер батского моря. Наличие же в фауне аммонитов позволяет утверждать, что осадки отлагались в полосе открытого моря.

Из вышеизложенного видно, что в батском веке, когда в Окрибе в результате регрессии моря образовалась опресненная лагуна, в бассейне среднего течения р. Бзыби держался морской режим. Бассейн и здесь омель, но широкой связи с открытым морем не потерял. Вместе с тем отсюда можно заключить, что с начала батского века регрессия охватила всю северную периферию Грузинской глыбы и море отступило с последней в сторону Кавказской геосинклинали, где в продолжение этого века существовал открытый морской бассейн, наличие в котором отдельных полос суши не исключается.

Понятно, что в результате этого на глыбе и ее северной периферии должен был проявиться лагунный режим. Образовался ряд лагун, в отложениях которых крупную роль играют угленосные осадки. Подобно Окрибе, к таким, но, повидимому, не прерванным связи с морем лагунам должны быть отнесены вышеупомянутые районы угленакоплений (Магана-Ткварчели, Бзыби).

Тбилисский Государственный Университет
имени Сталина
Кафедра геологии и палеонтологии

(Поступило в редакцию 2.4.1940)

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. Grossouvre. Sur les faunes du Bathonien. Bull. Soc. Géol. France, sér. 4, t. XXV. Paris, 1925.
2. А. Джанелидзе. Отчет Мохоульской партии. Фонд. отдел Груз. Геол. Упр. Тбилиси, 1931.
3. А. Джанелидзе. Геологические наблюдения в Окрибе и в смежных частях Рачи и Лечхума (печатается).
4. И. Кахадзе. Пресноводные моллюски батского яруса Окрибы (подготовлено к печати).
5. И. Кахадзе. Средне-юрская фауна Грузии (подготовлено к печати).



6. Б. Мефферт. Юрские отложения Имеретии (Предв. заметка). Изв. Главн. Геол.-Разв. Упр., т. X, № 1. Ленинград, 1930.
7. Б. Мефферт. Геологические исследования в Мингрелии. Тр. Главн. Геол.-Разв. Упр., вып. 64. Ленинград, 1931.
8. С. Михайловский. Краткие сведения об угольных месторождениях р. Бзыби на Черноморском побережье. Вестн. Геол. Ком., № 4. Ленинград, 1927.
9. В. Мокринский. Ткварчельский угленосный район, ч. I. Тр. Геол. Ком., Нов. Сер., вып. 182. Ленинград, 1928.
10. В. Мокринский. Месторождения коксующихся углей Закавказья. Изд. Угольного Ин-та. Ленинград, 1930.
11. В. Приида. Юрские растения Ткварчельского угленосного бассейна в Закавказьи. Тр. Всесоюзн. Геол.-Разв. Объед., вып. 261. Ленинград, 1933.
12. Г. Чхотуа. Очерк геологического строения верховьев рр. Бзыби и Гумисты в Абхазии (Отчет Абхазской геосъемочной партии). Фонд. отд. Груз. Геол. Упр. Тбилиси, 1937.

А. И. МУСХЕЛИШВИЛИ

ГРАФИКИ НАГРУЗКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ ГРУЗИНСКОЙ ССР

1. Введение. Одним из важнейших вопросов при планировании энергобаланса районной системы и выборе направления нового энергостроительства, является определение режима работы потребителей—их годовых и суточных графиков нагрузки.

Крупный интерес с этой точки зрения представляет электрическая тяга, ввиду специфических особенностей ее нагрузки, характеризующейся резкими кратковременными пиками, тяжело отражающимися на работе системы и требующими постоянного наличия в ней вращающегося резерва.

Электрическая тяга на Закавказской железной дороге была впервые введена в 1932 г. на перевальном участке Хашури—Зестафони. В дальнейшем были электрифицированы участок Тбилиси—Хашури и затем Зестафони—Самтредиа.

Перевальный участок Хашури—Зестафони отличается чрезвычайно тяжелым горным профилем. Остальные участки имеют сравнительно небольшие уклоны, меньшее количество кривых и с большими значениями радиусов. Поэтому они могут быть отнесены к равнинным.

Питание электровозов осуществляется постоянным током, напряжением 3 кв. Для преобразования переменного тока районной сети в постоянный на тяговых подстанциях горного участка установлены мотор-генераторы, дающие возможность рекуперации энергии и на подстанциях равнинных участков—ртутные выпрямители без рекуперации.

Задачей настоящего анализа является установление основных соотношений между отдельными элементами графиков нагрузки электрической тяги. Таковыми являются: годовое потребление энергии, среднегодовая, среднемесячная и среднесуточная нагрузки, часовые и мгновенные максимумы и минимумы. Основанием для анализа служили отчетные данные Закавказской железной дороги. Несмотря на отсутствие исчерпывающих исходных материалов, полученные в результате анализа выводы можно считать достаточно точными для планирования энергобаланса Грузинской системы.

2. Удельное потребление электроэнергии. Согласно отчетных данных, удельное потребление энергии—за 1 тонну-километр перевозок—с учетом веса поездов без электровозов составляет в среднем за год 26—27 ватт, с учетом же веса последних—22—23 ватта на шинах переменного тока тяговых подстанций. Колебания этого расхода по месяцам невелики—от 25 до 28 ватт без учета электровозов и от 21 до 24 ватт с учетом их в среднем за месяц. Колебания не имеют какой-нибудь закономерности: как максимальные, так и минимальные значения наблюдаются в зимние и летние месяцы. Таким образом надо считать, что на среднюю величину удельного потребления энергии ухудшение метеорологических условий зимой с одной стороны и некоторое увеличение числа более легких пассажирских поездов летом имеют сравнительно незначительное влияние, или же, что они взаимно компенсируют друг друга.

Удельное потребление энергии на равнинных участках несколько ниже и составляет около 85% от удельного потребления по всему электрифицированному участку. Наоборот, на горном—перевальном—участке оно выше среднего—примерно на 30%.

При планировании электробаланса Грузинской системы на будущее, учитывая, что большинство вновь вступающих в работу электрифицированных участков будет иметь равнинный характер и влияние горных участков будет снижаться, удельное потребление энергии можно принять без учета электровозов около 24 ватт, а с учетом последних—около 20 ватт на 1 тонну-километр.

3. Годовые графики нагрузки. Для построения годового графика нагрузок были использованы отчетные данные потребления энергии по всему электрифицированному участку за 1937 год и данные о грузо-перевозках за ряд других лет.

Как показал анализ этих данных, нагрузка тяги в годовом разрезе остается более или менее постоянной. Отклонение среднемесячных нагрузок от среднегодовой не превышает $\pm 15\%$.

Закономерности в изменениях грузоперевозок, в течение года нет: максимумы в одни года имеют место летом, в другие—зимой, в третьи—весной. Тем не менее на основании изучения отчетных материалов можно сделать следующие выводы:

а) По железным дорогам Грузии, во всяком случае на электрифицированной их части, не наблюдается усиленных перевозок в осенне-зимние месяцы, что является характерным для многих дорог Союза. Принимаемая обычно в плановых работах по Грузии конфигурация годовых графиков нагрузки электрической тяги с подъемом в осенне-зимние месяцы не имеет под собой почвы.

б) Не наблюдается также роста перевозок в летние месяцы, несмотря на возрастание в этот период пассажирского движения.

в) Равномерность годового графика объясняется преобладающей ролью нефтеперевозок, мало зависящих от времени года. Изменения перевозок по месяцам носят в значительной мере случайный характер. Поэтому нам представляется наиболее правильным при перспективном планировании нагрузок тяги в Грузии придать графику (если только у железной дороги не будет иметься определенных планов перевозок по месяцам) неизменяющийся в течение года ровный характер, учитывая, однако, при анализе месячных графиков возможность повышения среднемесячной нагрузки в любом месяце года на 10—15% против среднегодовой.

г) Отклонения среднесуточной нагрузки за отдельные дни от среднемесячной довольно значительны: превышение среднесуточной нагрузки за максимальный день над среднемесячной колеблется в пределах от 10 до 20%, причем наибольшую повторяемость имеют значения близкие к величине 15%. В соответствии с этим превышение среднесуточной нагрузки за максимальный день над среднегодовой можно принять равным около 30%.

4. Суточные графики нагрузки. Суточные графики нагрузки электрической тяги характеризуются резкой неравномерностью—наличием острых пиков и провалов, с внезапными переходами от мгновенных максимумов к столь же кратковременным минимумам. Такой характер графика обусловлен, в основном, пусковым режимом электровозов, который заключается в последовательном переходе от серийного режима к серийно-шунтовому, а затем—к шунтовому.

Переключения двигателей сопровождаются резкими скачками токов. Наложение двух или нескольких пусков создает кратковременные пики, чередование которых с провалами нагрузки при остановках поездов, движении их под уклон и пр. придают суточному графику электротяги специфический вид. Влияние этих факторов особенно сильно на коротких участках и отдельных подстанциях. В суммарных графиках длинных участков и группы подстанций оно значительно меньше—графики в целом сглаживаются, не теряя, однако, своего характера.

Значительную роль играет также профиль дороги: на равнинных участках график значительно равномернее, чем на горных, особенно если применяется рекуперация энергии. В последнем случае нагрузка периодически имеет отрицательное значение, т. е. энергия подается обратно в сеть. Для иллюстрации на рис. 1—2 приводятся характерные графики нагрузки подстанций равнинного и горного участков по записи самопишущих приборов.

Наиболее интересным вопросом при анализе суточных графиков нагрузок электрической тяги является определение максимума нагрузки, т. к.

этот максимум определяет параметры рабочей мощности электростанций системы. Некоторый, более ограниченный, интерес представляет определение минимума нагрузки.

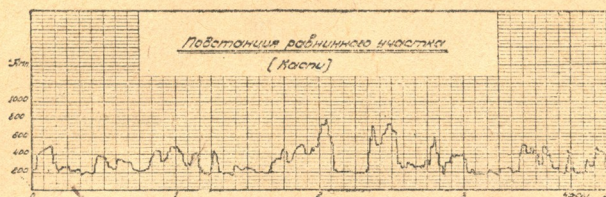


Рис. 1.

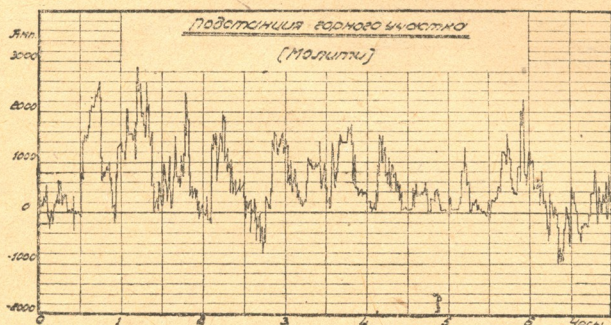


Рис. 2.

В результате анализа суточных графиков получены следующие выводы:

а) Отношение мгновенного максимума к среднесуточной нагрузке α (рис. 3).

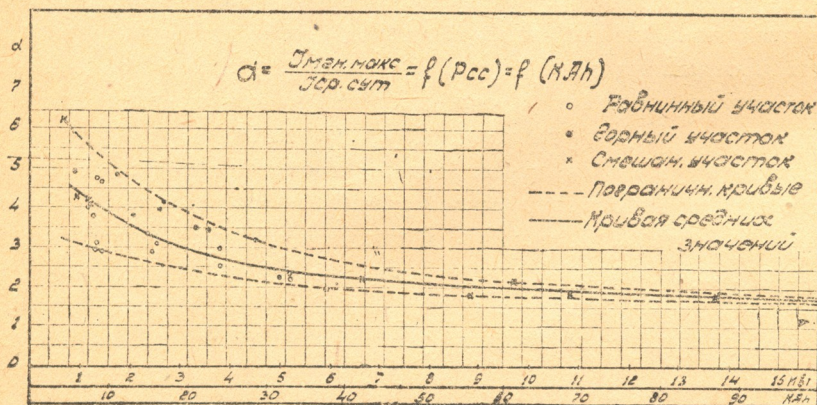


Рис. 3.

Указанная зависимость как для равнинных, так и для горных участков подчинена определенной закономерности. По мере роста потребления энергии кривая в значительной мере сглаживается, причем коэффициент α асимптотически приближается к единице. Полученные точки распределяются в пределах двух пограничных кривых, которые по мере роста нагрузок имеют тенденцию к сближению. При этом ближе к верхней границе располагаются точки горных участков и ближе к нижней—равнинных. При среднесуточной нагрузке 1—1,5 мвт, соответствующей работе одной тяговой подстанции, коэффициент α колеблется в широких пределах—от 3 до 6. При нагрузке же порядка 10—15 мвт, соответствующей работе всего электрифицированного участка,—от 1,7 до 2,2, т. е. диапазон колебания составляет лишь 10—15% от среднего значения.

Резкие мгновенные пики, достигающие при среднесуточной нагрузке 1—1,5 мвт 5—6-кратной величины по отношению к среднесуточной, снижаются, примерно, до двухкратной при нагрузке порядка 10—12 мвт. Темпы спада кривой при малых нагрузках значительно выше темпов при больших нагрузках.

Изменение коэффициента α в зависимости от среднесуточной нагрузки может быть выражено эмпирической формулой

$$\alpha = 1 + \frac{3}{\sqrt{P_{\text{ср}} - 0,6}},$$

где $P_{\text{ср}}$ —среднесуточная нагрузка в мвт.

Формула дает весьма близкие к кривой средних значений результаты при $P > 1,5$ мвт.

б) Отношение часового максимума к среднесуточной нагрузке (β) (рис. 4).

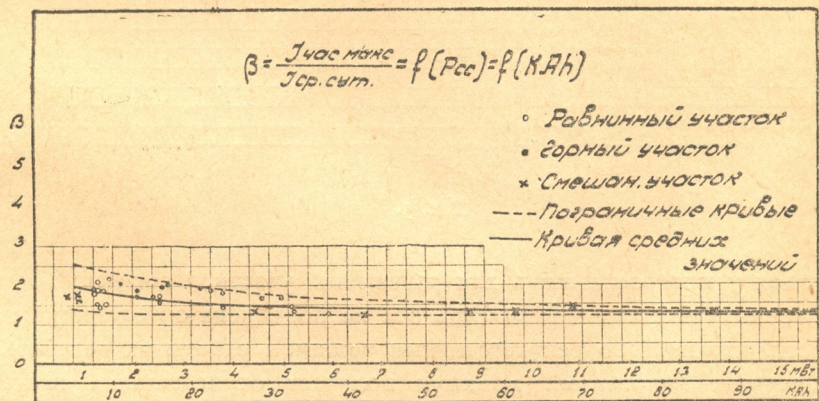


Рис. 4.

Характер кривой зависимости β от суточного потребления близок к характеру предыдущей кривой, но спад ее значительно спокойнее. Здесь также точки располагаются в границах двух кривых, имеющих явную тенденцию к сближению, причем ближе к верхней границе располагаются точки горных участков—и ближе к нижней—равнинных.

При среднесуточной нагрузке 1—1,5 мвт коэффициент β колеблется в сравнительно значительных пределах от 1,4 до 2,2, при нагрузке же 10—12 мвт—всего от 1,2 до 1,4, т. е. не более, чем на 10% от среднего значения.

Отношение часового максимума к среднесуточной нагрузке, равное при нагрузке 1—1,5 мвт в среднем примерно двум, снижается при нагрузке 10—12 мвт до 1,2—1,3 и далее асимптотически приближается к единице.

Изменение коэффициента β в зависимости от среднесуточной нагрузки может быть выражено эмпирической формулой

$$\beta = 1 + \frac{1}{\sqrt{P_{\text{ср}} - 0,3}},$$

где $P_{\text{ср}}$ —среднесуточная нагрузка в мвт.

в) Отношение мгновенного минимума к среднесуточной нагрузке (γ) (рис. 5).

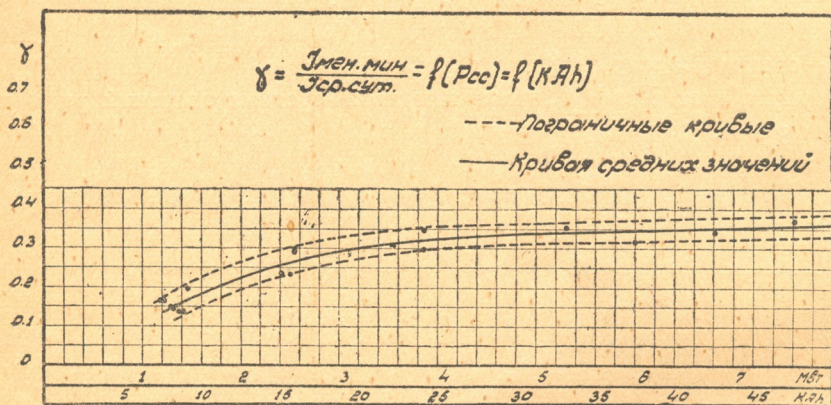


Рис. 5.

Кривая γ построена лишь для равнинных участков железной дороги, т. к. на горных участках зависимость эта не подчинена определенной закономерности, что вызвано рекуперативным режимом работы на перевале. Во многих случаях мгновенный минимум получает отрицательные значения.

На равнинных участках рекуперация не сказывается, поскольку на тяговых подстанциях этих участков установлены нормальные ртутно-выпрям-

мительные агрегаты без сеток. Если бы даже здесь была возможность рекуперации, то удельный вес ее был бы ничтожен. С увеличением потребления энергии отношение мгновенного минимума к среднесуточной мощности возрастает. Крутизна кривой при малых нагрузках резче, чем при больших. Можно предположить, что при очень большом протяжении электрифицированного участка и интенсивности движения, т. е. при большом потреблении энергии, анализируемая кривая близко подойдет к единице.

г) Отношение часового минимума к среднесуточной нагрузке (δ) (рис. 6).

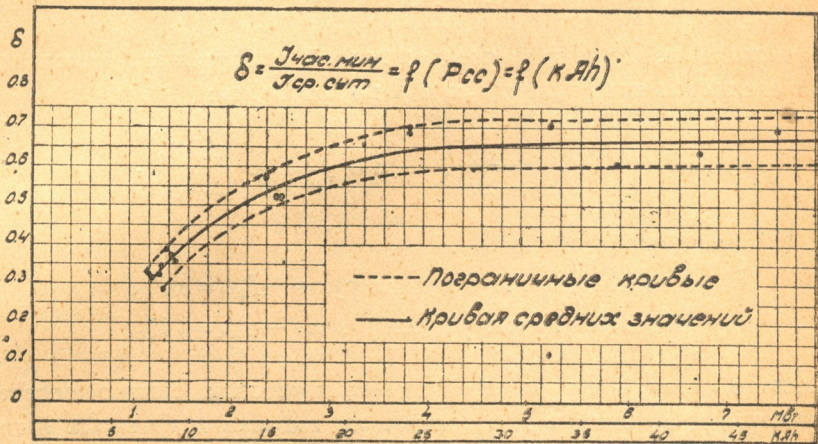


Рис. 6.

По тем же причинам, что и выше, кривая построена только для равнинных участков. По своему характеру она аналогична предыдущей, но идет значительно выше. В пределе кривая стремится к единице.

5. Выводы. В результате изучения и анализа нагрузок электрической тяги, может быть рекомендован следующий метод построения годовых и суточных графиков тяги для перспективного планирования и энергетических расчетов в условиях Грузии:

а) На основании данных о перевозках, исходя из удельного потребления 24 ватт-часа на тонну-километр без учета веса электровозов и 20 ватт-часов с учетом последних, определяется годовое потребление энергии, (W) в млн квт-ч.

б) По годовому потреблению энергии определяется среднегодовая нагрузка

$$P_{\text{ср}} = \frac{W}{8760} = 0,114 W \text{ мвт,}$$

где W в млн квт-ч.

в) Далее определяются: среднемесячная нагрузка за максимальный—зимний и летний—месяц, равная:

$$P_{см} = (1,1 \div 1,15) P_{ст} = (0,126 \div 0,131) W \text{ мвт},$$

или кругло

$$P_{см} = 0,13 W \text{ мвт},$$

г) Среднесуточная нагрузка за максимальный зимний и летний день:

$$P_{сс} = (1,1 \div 1,2) P_{см} = (0,143 \div 0,156) W \text{ мвт},$$

или в среднем кругло

$$P_{сс} = 0,15 W \text{ мвт}.$$

д) Исходя из величины среднесуточной нагрузки за максимальный—день, определяются коэффициенты α и β по формулам:

$$\alpha = 1 + \frac{3}{\sqrt{P_{сс} - 0,6}}, \quad \beta = 1 + \frac{1}{\sqrt{P_{сс} - 0,3}}.$$

е) Наконец, определяются:

Мгновенный максимум нагрузки— $P_{мм} = \alpha P_{сс}$.

Часовой максимум нагрузки— $P_{мч} = \beta P_{сс}$.

Таким образом, имея размер годовых перевозок, можно определить все параметры, необходимые для построения годовых и суточных нагрузок электрической тяги для целей перспективного планирования работы энергетической системы.

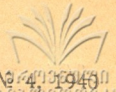
Полученные результаты, дающие соотношение между параметрами суточного графика тяги, могут быть распространены и на остальные магистральные железные дороги Союза с тяжелыми поездами.

На пригородных дорогах с большим количеством легких поездов, в ряде случаев с вагон-моторной тягой, эти соотношения будут, повидимому, несколько иными, так как характер движения на этих дорогах приближает их к городским железным дорогам.

Что же касается годового графика нагрузки, то он в каждом отдельном случае должен быть скорректирован в соответствии с режимом перевозок по данной дороге, имеющей часто свои специфические особенности (например, увеличение перевозок в осенне-зимние месяцы и пр.).

Грузинский Филиал АН СССР
 Энергетический сектор
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 11.3.1940)



ЗООЛОГИЯ

С. М. ЮЗБАШЬЯН

О РЕДУКЦИИ ОРГАНОВ ЗРЕНИЯ У ПЕЩЕРНЫХ КРЕВЕТОК

Одной из основных проблем эволюционной теории, стоявшей всегда в центре внимания исследователей, является проблема редукции органов. Большой интерес для изучения этой проблемы представляют пещерные животные, у которых мы находим ряд примеров редукции органов в связи с жизнью в своеобразных условиях их местообитания. Это относится в первую очередь к органам зрения, которые, как известно, у большинства пещерных обитателей развиты слабо или даже отсутствуют полностью.

В ряду теорий, посвященных вопросу о причинах слепоты пещерных животных, широкой распространенностью в Западной Европе пользуются так называемые теории преадаптации или предварительного приспособления, являющейся одной из форм идеалистической реакции против дарвинизма.

Как известно, сторонники этой теории отрицают роль среды в выработке приспособлений и считают, что последние появляются в порядке предварительных изменений у предков, открывая для потомков возможность перейти в новые, никем еще не занятые места, в соответствии с уже имеющимся приспособлением. При этом в отношении рассматриваемого нами вопроса упускается из виду то важное обстоятельство, что помимо слепоты жизнь в пещерах связана с целым рядом регрессивных и прогрессивных морфофизиологических преобразований, и совершенно невозможно допустить, что все они возникли независимо от условий жизни в пещерах в порядке преадаптаций.

В частности, редукция органов зрения несомненно представляет собою в огромном большинстве случаев непосредственный результат эволюции данных видов в условиях пещерной среды. Одним из ярких примеров, подтверждающим правильность этого положения, является живущая в карстовых пещерах Балкан, юга Франции и Западной Грузии небольшая креветка *Troglocaris schmidti* Dorm. из сем. Atyidae. Форма эта интересна в том отношении, что, несмотря на полную слепоту во взрослом состоянии, редукция глазного аппарата является у нее далеко еще незавершившимся процессом. Один из подвидов этого вида *Tr. schmidti kutaissiana* — был объектом для описанных ниже наблюдений.

Впервые слепота троглокариса была установлена еще в 1853 году Дормицером [4]. Бабич [1], на основании изучения продольных разрезов через глазные стебельки, пришел к такому же результату, не обнаружив в них ничего, кроме большой кучи нервных клеток. Шпандль [5] и Шапюи [3] в

своих сводках по животному миру подземных вод приводят данные Бабича, но одновременно отмечают, что у молодых креветок всегда имеются глаза (возможно даже функционирующие), которые лишь в процессе дальнейшего развития дегенерируют и исчезают¹. Штаммер [6], изучавший креветок из того же места, указывает, что помимо описанных Бабичем изменений редукция органов зрения у троглокариса выражается еще в том, что глазные стебельки у него, по сравнению с таковыми других креветок, очень малы, хотя у молодежи они имеют вполне нормальную величину, отвечающую величине этих органов у молодежи непещерных креветок. Незначительный размер глазных стебельков у взрослых Штаммер объясняет остановкой роста на известной ранней стадии развития.

Изучение кутаисской креветки показало нам [7], что в отношении органов зрения она во взрослом состоянии ничем не отличается от своих европейских сородичей. Продольные разрезы через глазные стебельки обнаруживают у нее неизменно одну и ту же картину, вполне сходную с описанной Бабичем: полное отсутствие всех элементов глаза за исключением большой кучи нервных клеток. Что касается более молодых особей, относительно которых, как говорилось выше, имеются указания, что они обладают хорошо развитыми глазами, то в этом отношении молодежь кутаисской креветки сильно отличается от европейских форм, если только данные о молодежи последних имеют под собой строго проверенную фактическую основу. Отличие это выражается в том, что у нашей креветки не только взрослые, но и более молодые особи, вплоть до очень молодого возраста (длиною тела в 6 мм), являются совершенно слепыми, не обнаруживая ни внешне, ни на разрезах каких-либо признаков глаза.

Более заметная разница между молодыми и взрослыми креветками имеется в отношении размеров глазных стебельков. Как видно из приводимой ниже таблички, у молодых особей они относительно крупнее, чем у взрослых.

<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>
Длина тела в мм Körperlänge in mm	Длина I чле- ника основа- ния антеннулы. Länge des 1. Ba- salgliedes der Antennulae	Длина глазно- го стебелька Länge des Au- genstieles	Отношение <i>c:b</i> Verhältnis <i>c:b</i>	Отношение <i>c:a</i> Verhältnis <i>c:a</i>
5,9	0,35	0,23	65,0%	3,9%
7,5	0,43	0,23	53,5	3,07
9,3	0,47	0,25	53,2	2,68
12,2	0,57	0,30	52,6	2,46
15,0	0,71	0,36	50,7	2,40
17,0	0,78	0,89	50,0	2,29
20,0	0,86	0,39	45,3	1,95
26,0	1,04	0,40	38,5	1,54

¹ Первоисточник этих сведений мне остался неизвестен.

Из этой же таблички видно, что недоразвитие глазных стебельков является результатом постепенного замедления их роста, которое однако не приостанавливается на ранней стадии развития креветки, как это предполагает Штаммер, а продолжается хотя и в крайне слабой степени довольно долго вплоть до самых старших возрастов. Что касается состояния глазных стебельков на более ранних стадиях развития, то изучение личинок, выведенных в аквариумах, показало, что у только что вылупившейся личинки глазные стебельки имеют вид двух слабо выдающихся вздутых, сидящих по бокам еле заметного рострума. Эта сидячая форма глаз, характерная для I личинки, сменяется у II личинки стебельчатой цилиндрической формой. Наблюдение над одной личинкой, прожившей в аквариуме свыше двух месяцев и достигшей после декаподитной стадии длины тела 3,8 мм показали, что глазные стебельки, прогрессивно развиваясь, достигают довольно крупных размеров, доходя почти до конца I членика основания антенулы. У описанной Бирштейном [2] поздней личинки троглокариса из Абхазии (*Tr. schmidti fagei*) глазные стебельки также сильно развиты и резко бросаются в глаза своими крупными размерами. Из всего сказанного следует, что глазные стебельки у троглокариса закладываются и первоначально развиваются вполне нормально, отвечая по своим размерам таковым глазных стебельков у соответствующих стадий непещерных креветок. В дальнейшем же рост глазных стебельков постепенно замедляется, сходя почти на-нет на более зрелых стадиях развития.

Как уже было отмечено, в литературе имеются указания о наличии у молоди троглокариса «хорошо развитых глаз». Говоря о молоди, необходимо исключить отсюда личинок, поскольку последние не были известны другим исследователям и впервые описаны нами в 1934 году. Как мы видели, у молоди троглокариса хорошо развитыми являются лишь глазные стебельки, остальные же части глаза также полностью отсутствуют, как и у взрослых. Сказанное однако в полной мере приложимо к креветкам в условиях их естественного местообитания. В условиях же жизни в аквариумах наблюдается нечто иное, а именно, частичное восстановление глазного пигмента.

Наблюдения над живыми креветками показали, что через полтора года после помещения их в аквариуме у некоторых из них на дистальных концах глазных стебельков появились пятна красного пигмента. В дальнейшем из всех аквариумов, в которых содержалось около сотни креветок, были выделены 32 особи с более или менее развитой пигментацией глазных стебельков. У остальных же пигмент не был обнаружен ни тогда, ни впоследствии через два года, на четвертом году их жизни на свету. Таким образом, способность к восстановлению пигмента оказалась свойственной лишь части креветок и притом в неравной мере: наряду с особями с сильно развитой пигментацией в виде крупных красных пятен с неправиль-

ными очертаниями, хорошо заметных простым глазом, были и такие, у которых пигмент можно было обнаружить лишь при помощи бинокля; у остальных пигмент был развит в различной степени, представляя все переходы между указанными двумя крайними вариантами.

Индивидуальные различия в способности к восстановлению пигмента сказываются также в различной скорости, с которой протекает восстановление пигмента: наблюдения над новыми партиями креветок показали, что в то время как у одних особей пигмент становится заметным уже через 5—6 месяцев, у других первые следы пигмента обнаруживаются в значительно более поздние сроки, нередко не раньше года. Оказалось также, что та или иная степень и скорость восстановления пигментации не могут быть поставлены в какую-либо заметную связь с возрастом; нам по крайней мере не удалось установить в этом отношении существенной разницы между молодыми и старыми креветками. Наконец, отметим еще, что наблюдения над отдельно содержавшимися «пигментированными» креветками показали, что достигнутая у данной особи через определенный промежуток времени та или иная ступень пигментации сохраняется в дальнейшем без изменения, несмотря на продолжающееся пребывание на свету.

В дополнение к изложенному можно еще отметить, что у одной креветки в 17 мм длины тела, пойманной у самого входа в Кутаисскую пещеру, куда она, очевидно, была занесена течением в более раннем возрасте, кончики глазных стебельков оказались довольно хорошо пигментированными. Аналогичное наблюдение было сделано Мюллером¹ над креветками из полутемной пещеры близ Тиваво. То обстоятельство, что пигмент был обнаружен им лишь у единичных особей, хорошо согласуется с нашим положением об индивидуальном характере этого явления.

Переходя к личинкам, необходимо указать, что нами были получены две партии личинок: первая—от содержавшихся в отдельном аквариуме «пигментированных» родителей; другая партия—от креветок, не обнаруживших способности к восстановлению пигмента. Изучение органов зрения показало, что в отношении пигментации между первыми и вторыми имеется существенная разница. У личинок первой партии еще до вылупления их из яйца можно было заметить пигментацию, которая затем у некоторых оказалась хорошо развитой в виде двух относительно крупных красных пятен; помимо этого у некоторых личинок вокруг пигмента совершенно ясно выделялась светлая радиально-исчерченная зона, указывающая на довольно высокую ступень развития глаза и сложность его строения у этих особей. По сравнению с этим глаза остальных личинок были развиты слабее, без указанной светлой зоны, с одним лишь пигментным пятном, в

¹ Цитирую по Штаммеру [7].

развитии которого можно было наблюдать, как и у взрослых, все переходы от более крупных скоплений в виде сплошных пятен до немногих очень мелких, разрозненных точек или даже полного отсутствия каких-либо следов пигмента. Впрочем отсутствие пигмента было установлено лишь у одной личинки из всего потомства «пигментированных» родителей, в количестве 22 личинок.

Что касается личинок второй партии, то у них мы не могли установить наличия хотя бы малейших следов пигмента ни во время их эмбрионального развития, ни после их вылупления. Хотя личинок в этой партии было получено всего 4, из которых к тому же трое вскоре погибли, тем не менее мы имели возможность сделать здесь более подробные наблюдения благодаря тому, что четвертая личинка оказалась очень жизнеспособной и прожила в аквариуме с 9.III по 25.V, проделав полный метаморфоз и достигнув длины тела в 3,8 мм. Несмотря на столь длительное воздействие света на развивающуюся личинку, способность к восстановлению пигмента проявилась у нее не более, чем у ее родителей, на которых, как указано было, трехлетнее пребывание на свету не оказало никакого воздействия. Бириштейн указывает [2], что между выведенными нами личинками и добытыми им в пещере близ Псырчи личинками, разница в отношении глаз «замечается только в отсутствии пигмента в дистальной части глазных стебельков... Следует иметь в виду, что описанная Юзбашьяном личинка была выведена им на свету, чем объясняется наличие дистального пигмента в ее глазных стебельках. В нормальных для *Troglocaris* условиях полной темноты пигмент, очевидно, не развивается».

В правильности этого заключения едва ли можно сомневаться, однако, как мы видели, пигмент может не развиваться и на свету. Очевидно, в этих случаях мы имеем дело с особями, наиболее далеко подвинувшимися в отношении редукции пигмента и окончательно потерявшими способность к его образованию. Выделенные из смешанной популяции такие особи, как мы знаем, дают потомство, не отличающееся от своих родителей в смысле отсутствия способности к восстановлению пигмента.

Если мы примем во внимание все описанные выше факты и наблюдения, то станет ясным, что в лице троглокариса мы имеем форму, представляющую собой типичный продукт эволюции в пещерной среде. Об этом ярко свидетельствует современное состояние глазного аппарата у личинок, молодежи и взрослых особей, далее способность к восстановлению пигмента и возможность выделения из популяции линий, подвинувшихся одни более, другие менее далеко по пути редукции органов зрения. Факты эти совершенно не укладываются в рамки упомянутой выше теории предварительного приспособления или преадаптации. Они могут быть объяснены лишь с дарвинистических позиций на основе того положения, что органы, потерявшие свое значение в борьбе за существование в силу

изменившихся условий, делаются безразличными для естественного отбора, в результате чего легко может иметь место беспорядочное накопление наследственных изменений, касающихся строения данного органа и ведущих его к регрессу. Из новейших авторов с этой точки зрения подходит к явлениям регресса И. И. Шмальгаузен [8], который усматривает механизм регресса в распаде корреляционных систем в результате накопления мутаций. Последние вызывают неупорядоченные сдвиги в сроках морфогенетических реакций, что влечет за собою в ряде случаев разрывы морфогенетических зависимостей и, как последствие этого, регресс.

В заключение следует еще отметить, что авторы, отрицающие связь редукции органов зрения с эволюцией данных видов в пещере, обычно ссылаются на то обстоятельство, что у некоторых троглобионтов среди их ближайших, живущих вне пещер, родичей имеются виды с ослабленным зрительным аппаратом или даже без него. В отношении троглокариса указанная точка зрения во всяком случае не может быть применена, поскольку среди представителей сем. атиид мы не знаем ни одной формы (кроме слепого пещерного *Palaeonias*) с признаками редукции органов зрения. Ближайший же к троглокарису род *Paratya*, от которого по общепринятому мнению троглокарис ведет свое начало, обладает вполне нормальными хорошо развитыми органами зрения.

Грузинский Филиал АН СССР
 Зоологический сектор
 Тбилиси

(Поступило в редакцию 1.3.1940)

ZOOLOGIE

ÜBER DIE REDUKTION DER SEHORGANE BEI HÖHLENGARNELEN

Von S. JUSBASCHJAN

Zusammenfassung

Die Literaturangaben über das Vorhandensein eines gut entwickelten Auges bei Jungtieren von *Troglocaris Schmidt* fanden bei näherer Untersuchung seitens des Verf. keine Bestätigung: an den Längsschnitten durch die Augens tiele junger Tiere von 6 mm Körperlänge liessen sich ausser einem Nervenzellenhaufen keine anderen Elemente eines Auges erkennen.

Gut entwickelt sind bei Jungtieren nur die normal angelegten Augens tiele. Im Verlaufe der weiteren Entwicklung bei Larven und jüngsten Garnelchen erreichen diese eine Grösse, welche im Vergleich mit den entsprechenden Stadien der Oberweltgarnelen als normal angesehen werden kann. Wie

aus der Tabelle zu ersehen ist, wird bei der Fortentwicklung das Wachstum der Augensiele nicht sistiert (Stammer), sondern nur allmählich verlangsamt, was sich besonders bei den letzten Stadien bemerkbar macht.

Unter dem Einfluss einer dauernden Lichteinwirkung beobachtet man bei einem Teile der Garnelen eine Wiederherstellung des Pigments, in Form eines unregelmässigen dunkelroten Flecks. Die Grösse dieses Pigmentflecks und die Zeitdauer der Wiederherstellung variieren stark. Nachdem der Pigmentfleck eine bestimmte Grösse erreicht hat, hört, trotz fortdauernder Einwirkung der Lichtquelle, das weitere Wachstum auf. Die Grösse des Pigmentflecks und die Zeitdauer seiner Wiederherstellung erweisen sich als ganz unabhängig vom Alter des Tieres. Die Nachkommenschaft dieser «pigmentierten» Garnelen, in der Zahl von 22 Larven, hatte an den distalen Enden ihrer Augensiele ebenfalls Pigmentflecke, in deren Ausbildung eine starke Variabilität zu beobachten war. Bei einigen Larven konnte man in der Umgebung des Pigmentflecks eine helle, radial gestreifte Zone erkennen, was auf eine höhere Entwicklungsstufe ihrer Augen hindeutete. Bei den übrigen fehlte diese Zone, eine Larve hatte sogar kein Pigment.

Die anderen Garnelen zeigten, nach einem dreijährigen Aufenthalt im Aquarium, keine Fähigkeit zur Ausbildung des Pigments. Dasselbe war auch bei ihrer Nachkommenschaft der Fall, welche aus 4 Larven bestand. Eine von diesen Larven blieb 70 Tage am Leben und machte die volle Metamorphose durch. Trotzdem kam es bei ihr zu keiner Ausbildung des Pigments. Augenscheinlich gehörten diese Garnelen einer in der Reduktion der Sehorgane am weitesten vorgeschrittenen Linie an.

Zieht man alle diese Tatsachen in Betracht, so scheint der Schluss nahezuliegen, dass die Blindheit unserer Höhlengarnelen eine Folge ihrer Evolution in Höhlen ist. Dafür spricht der Zustand der Sehorgane bei Larven, Jungtieren und Erwachsenen, sowie die Möglichkeit, aus der Population einige Linien auszuscheiden, bei denen die Reduktion der Sehwerkzeuge verschieden weit vorgeschritten ist. Diese Tatsachen stehen im grellen Widerspruch zu der s. g. Präadaptationstheorie und lassen sich nur an der Hand der darwinischen Lehre erklären. Von modernen Autoren gibt Schmalhausen die konsequenteste Durchführung dieses Gesichtspunktes und seine tiefere Analyse.

Georgische Abteilung
d. Akad. d. Wiss. d. USSR
Zoologische Sektion
Tbilissi

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ZITIERTE LITERATUR

1. К. В а л и ъ. Über die drei Atyiden aus Jugoslavien. Kroat. naturw. Gesellsch. Zagreb, XXXIV, N. 3, 1922.
 2. Я. А. Б и р ш т е й н. О пещерных креветках Абхазии. Зоолог. журнал, т. XVIII, вып. 6, 1939.
 3. Р. А. С h a p p u i s. Die Tierwelt d. unterirdischen Gewässer. Die Binnengewässer, Bd. III. Stuttgart, 1927.
 4. М. D o r m i t z e r. Trogllocaris Schmidt. Lotos. Jahrg. 3, 1893.
 5. Н. S p a n d l. Die Tierwelt d. unterirdischen Gewässer. Speläologische Monographien, Bd. XI. Wien, 1926.
 6. Н. J. S t a m m e r. Die Fauna des Timavo. Zool. Jahrb. Abt. Syst., LXIII, 1932.
 7. С. М. Юзбашьян. Некоторые итоги изучения кутаисской пещерной креветки. Труды зоол. сектора Груз. Отд. Зак. Фил. АН СССР, т. I, 1934.
 8. И. И. Ш м а л ь г а у з е н. Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии. Изд. АН СССР, 1938.
-

ÜBER DIE TÄTIGKEIT DER MECHANOREZEPTOREN DER HAUT

Von N. DZIDZISCHWILI

Ich habe mich bemüht, durch die Untersuchung der Reizwirkung an verschiedenen Punkten der Haut mittels einer introspektiven Beobachtungsmethode, diejenigen kennzeichnenden Momente der funktionellen Tätigkeit der Rezeptoren zu registrieren, die bei den objektiven Untersuchungsmethoden nicht zum Vorschein kommen. Daneben habe ich das funktionelle Zusammenwirken der verschiedenen Hautempfänger kennenzulernen versucht.

Die Versuchsmethodik. Als Versuchspersonen hatten sich die Mitarbeiter des Physiologischen Laboratoriums und die Studenten der Biologischen Fakultät, insgesamt 10 Personen, zur Verfügung gestellt. Einige Kontrollversuche habe ich an mir selbst durchgeführt.

Als Reizquelle wurde der elektrische Strom eines Relaxations-Generators verwendet. Sowohl die Stromrichtung und die Dauer, wie auch der Charakter des Reizimpulses wurden konstant gehalten. Nach Wunsch konnte die Frequenz von 1 bis 600/sec variiert werden, und die Intensität der Reizimpulse von 0 bis 160 Volt. Die Reizimpulse wurden bei jedem Versuch durch einen Kathoden-Oscillographen kontrolliert.

Als Reizelektrode wurde ein dünner (0,22 mm im Durchmesser) und langer Stahldraht verwendet, dessen Spitze die Haut berührte und einen Druck von 1 gr ausübte, so dass die Berührung der Elektrode von der Vpn nur in bestimmten, gegen Berührung besonders empfindlichen Stellen wahrgenommen wurde. Gereizt wurde der Handrücken. Die indifferente Elektrode—eine silberne Platte—befand sich am Oberschenkel. Bei einigen Versuchen wurde ein dickerer Draht verwendet (0,7 mm), dessen Druck auf die Haut ca 20 gr betrug. Die Versuche waren in einer isolierten Kammer durchgeführt.

Versuchsergebnisse

Meine Methode ermöglicht es, an der Hautoberfläche spezifische Punkte für Schmerz-, Berührungs- und tiefen Drucksinn aufzufinden, ebenso wie solche, deren Reizung eine Empfindung komplizierter Art auslöst. Bemerkenswert ist, dass nach Aussage der Vpnen die Reizung gewisser Punkte auch Kaltempfindung hervorruft. Dies dürfte für das Vorhandensein eines selbstständigen, dem Kaltreiz angepassten Endorgans, sprechen. Eingehend wurden nur solche Punkte untersucht, die der Wahrnehmung von mechanischen Reizen dienen.



Zur Frage des Berührungs- und Drucksinns. Bei Gebrauch einer punktförmigen, nur einen geringen Druck ausübenden Elektrode, wurde, wie vorhin erwähnt, dieser Druck meistens nicht empfunden. Dadurch war die Möglichkeit ausgeschaltet, dass Empfänger für taktile Reize durch mechanische Reize erregt wurden. Dagegen rief eine schwache elektrische Reizung gewisser Punkte eine Empfindung der rhythmischen Berührung hervor. Die Reizfrequenzunterschiede wurden von den Vpnen sehr wohl bemerkt. Bei sehr niedrigen Frequenzzahlen waren die Vpnen sogar imstande, die Reizimpulse zu zählen. Bei höheren Frequenzen konnten sie sehr wohl unterscheiden, dass eine Impulsation von 175/sec einer niedrigeren Frequenz entspricht, als eine von 200/sec. Dagegen wurde die Steigerung des Rhythmus über 200—250/sec als Erniedrigung der Reizfrequenz empfunden. So schien z. B. eine Reizfrequenz von 600/sec niedriger als die von 200/sec zu sein. Bemerkenswert ist, dass die Anpassung an hochfrequente Reize äusserst schnell erfolgt: nach 3—4 Sekunden wurde der Reiz nicht mehr wahrgenommen. Steigerung der Reizstärke rief in solchen Fällen eine Empfindung hervor, die aber nicht in der Berührung, sondern im rhythmischen Schmerz bestand. Dieselbe Schmerzempfindung wurde bei einer intensiveren Reizung der erwähnten Punkte auch in solchen Fällen ausgelöst, wo die Adaptation der taktilen Empfänger nicht eingetreten war.

Bemerkenswert schien mir folgende Tatsache zu sein: übte die Elektrode einen grösseren Druck auf die Haut aus, so dass ihre Berührung empfunden wurde, so meldete die Vpn beim Ansetzen des elektrischen Reizes an gewissen Punkten eine «druckartige Empfindung, die tief in der Haut zu liegen schien». Der Reizrhythmus wurde subjektiv genau in derselben Weise empfunden, wie im obenbeschriebenen Falle. Die Adaptation aber blieb selbst nach 25—30 Sekunden aus. In dieser Zeit liess sich an jenen Stellen, auch bei Steigerung der Reizstärke bis auf 160 Volt, kein Schmerz auslösen, obwohl die Empfindungsintensität bis zu einem «unangenehmen Grade» anstieg.

Aus diesen Ergebnissen konnte ich schliessen, dass im ersten Fall die Empfänger des Berührungs- und Schmerzsinn erregt werden. Bei stärkeren Reizen reagierten dagegen die Empfänger des Schmerzes und auch die tiefer liegenden Endorgane für Drucksinn. Im zweiten Falle dürfte der Strom tiefer in die Haut eindringen und die Druckempfänger erregen. Diese Vermutung bestätigte auch der folgende Kontrollversuch: Wurde die Spitze der dünneren Elektrode mit physiologischer Lösung benetzt und dadurch eine günstigere Bedingung für die Ausbreitung des Stromes in die tieferen Hautschichten geschaffen, so entstand die oben beschriebene Empfindung des «tiefen Drucksinns».

Daraus schloss ich, dass die Effekte des Berührungs- und Drucksinns nicht durch einen und denselben Apparat vermittelt werden, wie von Frey [1] annahm. Die Empfänger für den Berührungssinn müssen in den oberen Haut-

schichten, die für Drucksinn dagegen, in den tieferen, im Corium, liegen (Adrian [2, 3]). Der Eigenrhythmus der Erregung bei den Berührungs- und Druckempfängern muss gleich sein und 200—250/sec betragen. Dementsprechend muss deren absolute Refraktärphase fast dieselbe Dauer aufweisen, wie die des Nerven.

Diese Ergebnisse stimmen mit denjenigen Schlussfolgerungen überein, die Adrian und seine Mitarbeiter über die Dauer der Erregungsimpulse der Berührungsempfänger gemacht haben (Adrian, Cattel und Hoagland [3]).

Gewöhnlich wurde der punktförmige Reiz subjektiv im Gebiet der Reizelektrode lokalisiert. In seltenen Fällen wurde der Reiz an anderen Handstellen wahrgenommen. Die folgende Beobachtung sei besonders hervorgehoben: Die Reizung wurde in einem der zentralen Punkte im Mittelglied des Ringfingers an der Rückseite angesetzt. Der Reizrhythmus betrug 50/sec. Die Reizung wurde als eine «pulsierende» Empfindung bezeichnet. Gleichzeitig fühlte die Vpn, als ob im Daumen «die Ader bald breiter, bald schmaler würde». Diesen Punkt hatte ich mir vermerkt und ihn nach 4 Tagen einer erneuten Reizung unterworfen. Dabei wurde das obige Bild nochmals beobachtet.

Die angeführte Beobachtung kann, meiner Meinung nach, nur erklärt werden, indem man die antidrome Ausbreitung der Erregungsimpulse zulässt. Auf Grund von physiologischen Befunden hat Adrian [3] die Vermutung ausgesprochen, dass sich einige Nervenfasern, unmittelbar nach Verlassen der Rückenmarkshinterwurzel, verzweigen und zwei oder mehrere, von einander entfernte Hautstellen innervieren müssen. Diese Annahme wurde auch durch histologische Befunde von Syroky [4] bestätigt. Bemerkenswert ist, dass die histologischen Untersuchungen der vegetativen Nervenfasern in Lavrentiev's Laboratorium ein analoges Bild ergeben haben [5].

Die spezifischen Schmerzpunkte. Wie erwähnt, lässt sich durch eine intensive Reizung der «taktilen» Punkte eine rhythmisch betonte Schmerzempfindung auslösen. Daneben ist es durch unsere Methode ermöglicht geworden, solche spezifischen Punkte aufzufinden, deren Schwellenreizung bereits eine Schmerzempfindung hervorruft. Die in solchen Punkten ausgelöste Schmerzempfindung unterscheidet sich wesentlich von der oben beschriebenen, und zwar bleibt, unabhängig von der Reizfrequenz, die Schmerzempfindung ununterbrochen. Beachtenswert ist, dass auch bei sehr niedrigen Frequenzwerten, wie z. B. bei einem Stoss pro Sekunde, eine Empfindung des ununterbrochenen Schmerzes ausgelöst wurde. Durch Reizung der erwähnten Punkte liess sich keine andersartige Empfindung auslösen, und zwar reagierten die Versuchspersonen auf ganz verschiedene Reizfrequenzen mit einer und derselben lokalen, ununterbrochenen «dem Stich einer spitzen Nadel ähnelnden» Schmerzempfindung. Auf Grund der erwähnten Beobachtungen fühle ich mich berechtigt, das Vorhandensein der Schmerzpunkte in den oberen Hautschichten



anzunehmen. Gleichzeitig können die beschriebenen Tatsachen als Bestätigung für die Schmerztheorie von Freys [6] verwendet werden.

Es muss angenommen werden, dass auf die Reizung der Schmerzempfänger hin, langsame und anhaltende Schmerzimpulse entstehen, C-Typus-Impulse, nach Erlanger und Gasser. Im Zentralnervensystem, vielleicht im Zwischenhirn, werden diese Impulse einer gewissen Umgestaltung unterzogen; dieser entspricht in der Grosshirnrinde subjektiv eine ununterbrochene Empfindung.

Die vorgebrachten Tatsachen sollen keineswegs besagen, dass in allen Punkten, wo sich eine Schmerzempfindung auslösen lässt, sie ununterbrochen sein muss. Im Gegenteil, der durch Reizung gewisser Punkte hervorgerufene Schmerz weist immer eine rhythmische Betonung auf. Bis zu einer bestimmten Frequenz entspricht der Schmerzerregungsrhythmus dem Reizrhythmus. Namentlich bei einer Frequenz von über 200/sec konnten die Vpnen die Reizrhythmuszunahme subjektiv nicht mehr wahrnehmen. Ausserdem bewirkte oft eine zu starke Reizung des durch einen ununterbrochenen Schmerz ausgezeichneten Punktes das Entstehen einer «pulsierenden» und nicht mehr ununterbrochenen Schmerzempfindung.

Man hätte glauben können, dass die Wahrnehmung der verschiedenen beobachteten Schmerzarten die Funktion verschiedenartiger Endorgane darstellt. Für den einen wäre eine langsame, sich im Zentralnervensystem in eine ununterbrochene Schmerzempfindung präformierende Erregungsimpulsation charakteristisch; wogegen für den zweiten eine sich rasch verbreitende und kurzdauernde Erregungsimpulsation kennzeichnend wäre, welcher eine in der Grosshirnrinde entstehende, subjektiv rhythmisch betonte Schmerzempfindung entsprechen würde.

Ich habe aber durch direkte Versuche den Beweis erbringen können, dass die rhythmische Schmerzbetonung eine Folge der Miterregung anderer Empfänger ist: die isolierte Erregung eines Schmerzempfängers muss immer eine ununterbrochene, rhythmuslose Empfindung bewirken.

Zugunsten dieser Annahme sprechen auch folgende Feststellungen: 1) Die Abhängigkeit des subjektiven Schmerzrhythmus vom Reizrhythmus entsprach vollkommen den bei Reizung der Berührungs- und Druckempfänger gemachten Beobachtungen. 2) Die rhythmische Schmerzempfindung entstand während einer intensiven Reizung der Berührungs- und Druckpunkte. 3) Die zur Analyse ihrer Empfindungen gut befähigten Personen meldeten bisweilen spontan, dass die rhythmische Schmerzempfindung in Wirklichkeit ein ununterbrochener Schmerz auf der Unterlage einer rhythmischen Empfindung sei (Zweck und Ergebnisse der Versuche waren keiner Vpn bekannt). Beachtenswert ist, dass eine Vpn, 15 Sekunden nach Eintreten des Reizes, meldete: «zuerst wurde nur ein ununterbrochener Schmerz wahrgenommen; zu diesem tritt jetzt aus den tieferen Hautschichten ein Rhythmus hinzu». 4) Durch eine sehr intensive Reizung wurde ein «pulsierender» Schmerz hervorgerufen.



Meine Vermutung, dass die rhythmische Schmerzbetonung durch die Miterregung von Berührungs- und Druckempfängern bedingt sein muss, hat eine direkte Bestätigung in den Versuchen gefunden, die ich zur Klärung der Wechselwirkung zwischen verschiedenen Empfängern angestellt habe.

Die Wechselwirkung zwischen den Mechanorezeptoren der Haut. Zuerst wurde der Einfluss der Erregung des taktilen Punktes auf die Funktion des Schmerzpunktes untersucht. Es hat sich erwiesen, dass unter dem Einfluss der Berührungspunktreizung die ununterbrochene Schmerzempfindung in eine rhythmische Empfindung übergeht; zugleich wird der Schmerz nicht dort lokalisiert, wo der schmerzzerregende Reiz angesetzt wird, sondern in demjenigen Punkt, der die taktilen Eindrücke wahrnimmt. Um das Gesagte zu veranschaulichen, sei ein Versuch angeführt. Es wurde ein Schmerzpunkt am Handrücken gereizt; die Reizfrequenz betrug 25/sec, die Reizschwelle 20 Volt. In 8 mm Abstand von diesem Punkt wurde ein Berührungspunkt aufgefunden. Die Schwellenreizung (60 Volt) dieses Punktes bewirkte eine «schmerzlose, pulsierende» Empfindung; der subjektive Rhythmus entsprach dem Reizrhythmus. Auf beide Punkte wurde durch die Elektroden der gleiche Druck von 1 gr ausgeübt. Durchmesser jeder Elektrode 0,22 mm. Anfangs wurde der Schmerzpunkt einem Reiz von 60 Volt unterworfen: es entstand ein äusserst heftiger, ununterbrochener, lokaler Schmerz. Nach einer kurzen Pause wurde die Wirkung desselben Reizes bei gleichzeitiger Reizung des taktilen Punktes geprüft. Dabei wurde ein rhythmischer Schmerz ausgelöst, der sich nicht im Schmerzpunkt, sondern im Gebiet der taktilen Punkte lokalisierte. Dabei entsprach der Rhythmus der Schmerzempfindung dem des Reizes: 25/sec.

Einen ähnlichen Einfluss weist auch die subminimale Reizung des taktilen Punktes auf. Daneben macht sich der Einfluss der super- oder subminimalen Reizung des taktilen Punktes nicht nur während der Reizdauer bemerkbar, sondern auch dann, wenn die Reizung des Schmerzpunktes nach ihrem Aussetzen erfolgt, allerdings nicht später, als nach 25 bis 30 Sekunden. Es ist sogar möglich zu beobachten, wie die allmähliche Annäherung der subjektiven Lokalisation an den objektiven Reizpunkt vor sich geht. Erfolgte die Reizung des Schmerzpunktes unmittelbar nach dem Aussetzen des Reizes am taktilen Punkt, so wurde der rhythmische Schmerz im taktilen Punkt wahrgenommen. Nach 15 bis 20 Sekunden empfanden die Vpnen den Schmerz in beiden Punkten, d. h. sowohl im taktilen, wie im Schmerzpunkt. Nach 25 Sekunden wurde der Schmerz «mehr im zweiten Punkt» empfunden, d. h. in dem Punkt, der in der Tat gereizt wurde.

Bemerkenswert ist, dass solch eine Reizwirkung des taktilen Punktes sich nicht mehr erzielen liess, wenn der Abstand zwischen diesem und dem Schmerzpunkt mehr als 2 bis 2,5 cm betrug. Im allgemeinen aber macht sich die wechselseitige Einwirkung der taktilen und Schmerzpunkte auch dann noch



bemerkbar, wenn der Reiz an zwei voneinander sehr weit entfernten Punkten angesetzt wird. Wenn an einem Handrücken ein Schmerzpunkt, an der entsprechenden Stelle der zweiten Hand ein taktiler Punkt gleichzeitig erregt werden, so wird die Schmerzempfindung äusserst abgeschwächt und der am taktilen Punkt gesetzte Reiz überhaupt nicht mehr wahrgenommen. Bei einem Versuch bewirkte die subminimale Reizung eines taktilen Punktes der linken Hand, dass eine an der rechten Hand ausgelöste heftige Schmerzempfindung fast bis zur vollkommenen Schmerzlosigkeit abgeschwächt wurde.

Die vorgebrachten Tatsachen stimmen mit den klassischen Beobachtungen von Head über die Wechselwirkung zwischen den protopathischen und epikritischen Systemen gut überein. Bemerkenswert ist ausserdem, dass die Bedeutung der Berührung für Lokalisation der Schmerzempfindung u. a. auch durch Versuche von Gellhorn und seiner Mitarbeiter bestätigt wurde (Gellhorn, Mehlman und Kaplan [7]). Bei gleichzeitiger Erregung eines Punktes mit ununterbrochenem und eines mit rhythmischen Schmerz fühlt die Vpn im ersten Punkt überhaupt nichts; es bleibt nur ein rhythmischer Schmerz im zweiten Punkte. Auch in diesem Falle ist es klar, dass den taktilen Empfängern eine ausschlaggebende Bedeutung zukommt: das Zustandekommen des rhythmischen Schmerzes muss, wie oben erwähnt, eine Folge der Miterregung der Druckempfänger sein.

Ein ganz verschiedenes Bild ergibt die gleichzeitige Reizung von zwei Schmerzpunkten, d. h. von zwei Punkten, in denen eine ununterbrochene Schmerzempfindung entsteht. Bei gleichzeitiger Reizung sehr weit voneinander liegender Punkte wird der Schmerz nur dort empfunden, wo er intensiver ist. Dabei nimmt die Empfindung in diesem Punkte noch zu. Werden dagegen zwei benachbarte, nur einige mm voneinander entfernte Schmerzpunkte erregt, so empfindet die Vpn einen unerträglichen Schmerz und verliert vollständig die Fähigkeit, ihn zu lokalisieren.

Es ist von Interesse, die Wirkung der gleichzeitigen Erregung zweier Druckpunkte zu verfolgen: die Reizung wird abwechselnd bald im einem, bald im anderen empfunden. Als Beispiel sei folgende Beobachtung erwähnt: Ein im zentralen Gebiet der 3. Falanx des Ringfingers dorsal liegender Druckpunkt wurde gleichzeitig mit dem entsprechenden Punkt an der Basis der 1. Falanx des Mittelfingers, lateral zum Ringfinger, erregt. Reizfrequenz: 5 Perioden/sec. Bei getrennter Reizung dieser Punkte wurde eine lokale, rhythmische Druckempfindung ausgelöst. Danach setzte ich den Reiz am 1. Punkt an; nach 2 Sekunden fügte ich den Reiz am zweiten Punkt hinzu. Die Empfindung liess im 1. Punkt nach und wurde in den 2. verlagert, ferner ging sie wieder vom 2. auf den 1. über. So wurde der Reiz abwechselnd bald an einem, bald am anderen Punkt wahrgenommen, bis ich ihn aussetzte. Meiner Meinung nach, ist diese Beobachtung als Ausdruck des s. g. Wettstreitphänomens zu deuten, der für die anderen rezeptorischen Apparate längst bekannt war (Wettstreit der Sehfelder, der Riechfelder).

Die Veränderung des rezeptorischen Effekts in Abhängigkeit von der Reizintensität und Reizfrequenz. Es wurde bereits erwähnt, dass eine zu starke Reizerhöhung eine rhythmisch betonte Schmerzempfindung hervorrief. Gleichzeitig wurde die Empfindung immer extensiver: wenn die Vpn einen schwachen Reiz als einen genau punktförmigen wahrnahm, so wurde die Empfindung bei stärkeren Reizen immer ausgedehnter und liess sich um die Elektrode auch im Abstand von 2 bis 3 cm lokalisieren. Bei steigender Reizung der Empfänger für tiefen Drucksinn wurde die Druckempfindung immer intensiver. Dabei machte ich eine bemerkenswerte Feststellung: überschritt die Reizstärke die Schwellenwerte etwas, so wurde der Reizrhythmus deutlicher wahrgenommen. Bei weiterer Steigerung der Reizintensität nahm der subjektive Rhythmus der Druckempfindung zu; die Reizfrequenz schien den Vpnen höher zu sein, als sie in der Wirklichkeit war.

Diese Ergebnisse stimmen mit der Schlussfolgerung von Adrian überein, wonach einer Verstärkung der Hautrezeptorenreizung eine Erhöhung der Erregungsimpulse-Frequenz entspricht. Wenn es so ist, so müsste dieselbe Reizstärke, der Reizfrequenz entsprechend, Empfindungen verschiedener Intensität hervorrufen. Um diese Frage zu klären, habe ich vorerst für den Druckpunkt die Schwellenvoltzahl bei verschiedener Reizfrequenz zu bestimmen gesucht; mit steigender Reizfrequenz nahm die Reizschwelle bis auf 200—250/sec immer ab, danach aber blieb sie konstant. So war z. B. bei einem Versuch die Reizschwelle bei der Reizfrequenz von 25/sec gleich 140 Volt, bei 50/sec war sie gleich 120 Volt, bei 200/sec—100 Volt. Eine weitere Frequenzerhöhung führte keine Veränderung der Schwellenwerte herbei.

Die Reizung der echten Schmerzpunkte mit verschiedenen Frequenzen ergibt folgendes: die Reizschwelle nimmt etwas ab, bis ungefähr 50/sec; bei Frequenzen über 100/sec wird sie wieder erhöht. Bei einem Versuch wurden folgende Zahlen ermittelt: Reizfrequenz 400/sec, Schwelle 150 Volt; Frequenz 200/sec, Schwelle 136 Volt; Frequenz 100/sec, Schwelle 120 Volt; Frequenz 50/sec, Schwelle 120 Volt; Frequenz 25/sec, Schwelle 130 Volt; Frequenz 2/sec, Schwelle 130 Volt. In allen diesen Fällen wurde eine ununterbrochene, lokale Schmerzempfindung ausgelöst. Aus diesen Zahlen ist ohne weiteres ersichtlich, dass eine konstante Reizintensität, je nach der Reizfrequenz, Empfindungen verschiedener Intensität hervorruft.

Diese Versuchsergebnisse bestätigen die Auffassung Adrians, dass mit steigender Reizintensität die Erregungsimpulse-Frequenz der Mechanorezeptoren erhöht werde. Bekanntlich hat Matthews [8] seinerzeit in Bezug auf die Tätigkeit des Muskelspindels analoge Feststellungen gemacht.

Die Stalin-Staatsuniversität zu Tbilissi.

Physiologisches Laboratorium

(Eingegangen am 26. März 1940)

Н. Н. ДЗИДЗИШВИЛИ

О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕХАНОРЕЦЕПТОРОВ КОЖИ ЧЕЛОВЕКА

Резюме

Методом регистрации субъективных переживаний, применяя точечное раздражение релаксационным током, получен материал, говорящий в пользу разграничения рецепторов давления, прикосновения и боли.

1. Предельный ритм возбуждения рецепторов прикосновения и давления должен быть около 200—250 в секунду.
2. Существуют специфические болевые точки, раздражение которых дает ощущение непрерывной боли.
3. Под влиянием раздражения тактильных точек ощущение боли приобретает прерывистый характер.
4. При изучении взаимодействия двух тактильных точек обнаруживается феномен чередования локализации ощущения.
5. В зависимости от частоты раздражения меняются пороги раздражения механорецепторов.

Тбилисский Государственный Университет
 имени Сталина
 Кафедра физиологии

ZUERTE LITERATUR—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. M. v. Frey, H. Rein und. H. Strughold. Beiträge zur Frage des tiefen Drucksinns. Zeitschr. f. Biol., 82, 359, 1924.
2. E. D. Adrian and K. Umrath. The impulse discharge from the Pacinian corpuscle. J. Physiol., 68, 139, 1929.
3. E. D. Adrian, Mc Keen Cattel and H. Hoagland. Sensory discharges in single cutan. nerve fibres. J. Physiol., 72, 377, 1931.
4. Syroki. Nach Hudson Hoaglands «On the mechanism of adaptat. of mechanoreceptors» in Cold Spring Harb. Sympos. on quant. biol., vol. 4, 1936.
5. Б. И. Лаврентьев. Морфология рецепторов—доклад в ВИЭМ'е 28.XII.1939, в Москве.
6. M. v. Frey. Versuche über schmerzreg. Reize—Zeitschr. f. Biol., 76, 1, 1922.
7. E. Gellhorn, J. Mehlman and M. Kaplan. Contribution to probl. of cutan. localization in man. Arch. Neurol. Psychiat., 39, 327, 1938.
8. V. H. C. Matthews. The response of a single end organ. J. Physiol., 71, 64, 1931.

გ. ჩ ი ტ ა ი ა

ეთნოგრაფიული პაკალებები

1. ქართული ჭვინტიანი ფეხსაცმელი

საქართველოს მუზეუმის ეთნოგრაფიის განყოფილების კოლექცია № 5—32/5—„ქართული ჭვინტიანი ფეხსაცმელი“, შექმნილია თბილისში ქართული ქულაჯის კომპლექსთან ერთად.

ეს საყურადღებო ფეხსაცმლის ტიპი XIX საუკუნის მანძილზე აღმოსავლეთ საქართველოს მაღალი წოდების მამაკაცის, მოქალაქის და ხელოსნის ჩაცმულობის თითქმის აუცილებელ ელემენტს შეადგენდა [1], [2] და XX საუკუნის ოციან წლებამდე ის იშვიათად კიდევ იხმარებოდა. ამას ლიტერატურულ მონაცემების გარდა საქართველოს მუზეუმის ეთნოგრაფიის განყოფილებაში დაცული წარსული საუკუნის პირველ ნახევარსა და 70-იან წლებში დახატული სურათებიც (კოლ. № 52 და № 35—37) [შდრ. 3] ამოწმებს.

ქართული ჭვინტიანი ფეხსაცმლის არსებობა XVII და XVIII საუკუნეების საქართველოს ეთნოგრაფიულ სინამდვილეშიც დასტურდება [4].

სამწუხაროდ ამასვე ვერ ვიტყვით საქართველოს ისტორიის ადრინდელი ხანის ჭვინტიანი ფეხსაცმლის შესახებ. ფრესკებისა და სხვა ამისათვის გამოსაყენებელი ძეგლების შეუსწავლელობის გამო ეს საკითხი დღეს-დღეობით გადაუწყვეტელი უნდა დარჩეს. გამონაკლისს ამ მხრივ ბეთანიის ცნობილი ფრესკოვანი სურათი წარმოადგენს, თუმცა აქ გამოსახული ლაშა გიორგის ფეხსაცმლის წვერი მაინც მკვეთრად მოკაუჭებული ჭვინტი არ არის.

საქართველოს მუზეუმის ეთნოგრაფიის განყოფილებაში დაცული ქართული ჭვინტიანი ფეხსაცმელი წვერიანი ძირით—ლანჩათი გაწყობილი მეშის მოგვია (ჩექმა: „ჩექმა—სხვათა ენაა, ქართულად მოგვი“ [4], შდრ. აფხ. a-ma-გი და სომხ. moy-გ [5, ტ. 4, გვ. 69]). მოგვი ნალდაკრულ მომალლო ქუსლზეა შეყენებული (ნალი რკინისაა, ცერად კბილები აქვს ჩამსხდარი), პირი ჭრელშიბის მსგავსი სამკაულითაა დამშვენებული, გვერდზე ჩაჭრილი ყელი ზონრით იკვრის, ამავე ყელს ზემოთ ფუნჯი აქვს გამოზმული (იხ. ტაბ. I, სურ. 1).

ამ ფეხსაცმლის განსაკუთრებულ თავისებურობას მისი „ჭვინტი“-ად წოდებული წვერი წარმოადგენს: მოკაუჭებული წვერი ლანჩის გაგრძელებაა და ზომით 5 სმ. ჩვენს ყურადღებას სწორედ ეს მოკაუჭებული ჭვინტი იქცევს. ასე

მკვეთრად მოხრილი ჭვინტი ქართულ ეთნოგრაფიულ სინამდვილეში დამოწმებული სხვა სახის ფეხსაცმელებიდან საქართველოს ზოგიერთ კუთხეში შემონახულ ფლოსტებსა და ქოშებს მოეპოვებათ [6], (იხ. ტაბ. I, სურ. 2)⁽¹⁾.

ქართული ჭვინტიანი ფეხსაცმლის ტიპის არსებობა მეზობელ ხალხებშიც მოწმდება. მას პარალელები ქართველების მონათესავე სამხრეთ დაღისტნის ტომთა შორის ხმარებულ ფეხსაცმელში მოეპოვება. დაღისტნის ის ეთნიკური არე, სადაც ამგვარი ფეხსაცმლის ხმარება დადასტურებული და რომლის სამოსახლო ტერიტორია ზაქათალიდან — ყუბაჩეთამდე აღწევს — წახურებით, ან-წუხებით, ჯუმურდებით, ყაპუჩებით და ყუბაჩებით არის დასახლებული (ისტორიულად ძველ ალბანეთში შემაგალი მოსახლეობა). ამ ტერიტორიის გარკვეულ ეთნიკურ არეში დამოწმებული დედაკაცისა და აგრეთვე მამაკაცის მიერ ხმარებული ჭვინტიანი ფეხსაცმლის დასამზადებელ მასალად ქსოვილი და ტყავია გამოყენებული.

საქართველოს მუზეუმის ეთნოგრაფიის განყოფილებაში წარმოდგენილი ამ სახის ფეხსაცმელები (დედაკაცისა და მამაკაცისა) სწორედ ქართული ჭვინტიანი ფეხსაცმლის მსგავსად არის შეკერილ-მოქსოვილი. დაღისტნურ ჭვინტიან ფეხსაცმელთა უძველესი ეკზემპლარები საქართველოს მუზეუმში 1885 წ. არის შემოსული (ერთი მათგანი იხ. ტაბ. II, სურ. 1)⁽²⁾.

დასახელებული მამაკაცის ფეხსაცმელი (ტაბ. II, სურ. 1) — კარაჭინი⁽³⁾ — ჩითა-ფევა⁽⁴⁾ — დაზლის ფერადი ძაფით ნაქსოვი ძირისგან (რომლის წინა ნაწილი მთავრდება მოკაული გრძელი ჭვინტით), აგრეთვე სუფთა ფერადი ძაფით ნაქსოვი პირისგან და ამგვარივე მოკლე ყელისგან შესდგება. ჭვინტი საგანგებოდ ცალკეა მოქსოვილი და შემდეგ ძირსა და პირზე მიქსოვილი. ნაქსოვზე უმთავ-

⁽¹⁾ სურათზე წარმოდგენილი ქოში ინგილოურია (საქ. მუზ. ეთნოგრ. განყ. კოლ. № 100 — 11/6). საქ. მუზ. იმავე განყოფილებაში დაცული უძველესი ჭვინტიანი ქოში (კოლ. № 98) შექმნილია 1852 წ. საქ. მუზეუმის კოლექციის ამ ჯურა ქოშები A. Dirr-ს ასე აქვს აღწერილი: „№№ 203 — 218. Fast alle mit Schnabelspitze, die meisten mit hohen Absatz, der grosse Eisenbeschläge trägt“ — Dirr-ის ხელნაწერი კატალოგი, გვ. 16 — 17.

⁽²⁾ ვიქტორბოტ, ანავე წელს უნდა იყოს შექმნილი ჰამბურგის ეთნოგრაფიულ მუზეუმში დაცული საქართველოს მუზეუმის ზემოდასახელებული ეკზემპლარის (დედაკაცის) ანალოგიური ჭვინტიანი ფეხსაცმელი. ჰამბურგის ეთნოგრაფიული მუზეუმის ეს კოლექცია გამოქვეყნებულია აქვს A. Byhan-ს ([6]. გერმანული გამოც., გვ. 785, სურ. 39, ფრანგული გამოცემა, გვ. 177, სურ. 39). სურათს შემდეგი წარწერა ახლავს: «Aus bunter, vorwiegend weisser, schwarzer und kirschroter Wolle gesrickter Stiefel, Dorf Beschita der Kaputschi am Chwar-or, westlicher Nebenfluss des Awarischen Koissu», გვ. 785.

საქართველოს მუზეუმში დაცული ზემომოხსენებული ორი წვეილი ფეხსაცმელი შექმნილია გ. რადეს მიერ. მისივე შექმნილი უნდა იყოს ჰამბურგის ეთნოგრაფიული მუზეუმის ეკზემპლარიც, როგორც ცნობილია, რადეს მის მიერ შექმნილი ეთნოგრაფიული კოლექციების ერთ ნაწილს ყ. კავკასიის მუზეუმში იტოვებდა, ხოლო მეორე ნაწილს-კი დასავლეთ ევროპის, კერძოდ გერმანიისა და ავსტრიის, მუზეუმებში ჰგზავნიდა.

⁽³⁾ „კარაჭინი—ნაქსოვი ფეხსაცმელი (წალა) (+რომელსა სპარსნი ჩორაბს უწმობენ)“ [4].

⁽⁴⁾ თუშებში ჩითა ანუ ფევა ნაქსოვ ფეხსაცმელს ეწოდება.

რესად შემდეგი სახეებია გამოყვანილი: კრელშიბანი და პირგადაყრილ ცვერ-
ცვანი [7, ტაბ. XI].

ამავე ტიპის დაღისტნური კარაჭინების სხვა ეკზემპლარები საქართველოს
მუზეუმის ეთნოგრაფიულ განყოფილებაში სხვადასხვა ადგილებიდან არის შესუ-
ლი (კოლ. №№ 17 — 09, 38 — 09, 87 — 10, 43 — 39 და სხვ.).

განსაკუთრებით საყურადღებოა ჭვინტიანი ფეხსაცმლის (კარაჭინი || ჩითა ||
ფეჭა) ის ეკზემპლარი, რომელიც სოფ. თლადალიდან არის ჩამოტანილი (კოლ.
№ 38 — 09/2, — იხ. ტაბ. II, სურ. 2). ის საგანგებოდ დედოფლისათვის არის გან-
კუთვნილი, ქალი მასში მხოლოდ საქორწინო ცერემონიის შესრულების დროს
არის გამოწყობილი. ამასთანავე აღსანიშნავია ისიც, რომ ამგვარი კარაჭინი მის
პატრონს საფლავშიც უნდა ჩაჰყვეს ხოლმე.

კარაჭინის ზემოდასახელებული ეკზემპლარი მაღალყელიანია, ის შემკუ-
ლია კრელშიბანით, პირგადაყრილ ცვერცვანით, დაკავკაულანით, კვერანით და
ხატულანით ([7], ტაბ. I, XIII, შმდ.) გარდა ამისა ამავე კარაჭინზე ქსოვილისა
და ლითონის აპლიკაციებია მოცემული, რომლებიც, ისევე როგორც კარაჭინის
სხვა ორნამენტები, აპოთროპეული დანიშნულების უნდა იყოს ([7], გვ. 7). ეს
კარაჭინი სხვა კარაჭინებისაგან იმითაც განსხვავდება, რომ მის ჭვინტს ვამობ-
მული აქვს ზონარი, რომლის ბოლო მიმაგრებულია კარაჭინის საპირზე საგან-
გებოდ დაკერებულ ღილზე.

ზემოდასახელებული მასალა ცხადყოფს ამ კარაჭინის რიტუალურ დანიშ-
ნულებას. ის, ასე ვთქვათ, სააქაო და საიქიო ცხოვრებაში საგანგებო დანიშნუ-
ლებისაა, ხოლო საქორწინო რიტუალში აპოთროპეული ფუნქციის მატარებე-
ლია. ეს არც გასაკვირველია, რამდენადაც სამეცნიერო ლიტერატურაში საერ-
თოდ ფეხსაცმლის ამგვარი დანიშნულება კარგადაა ცნობილი [8].

კერძოდ, ინგუშებში დადასტურებულია ფეხსაცმლით მარჩიელობა იმ დღე-
სასწაულზე, რომელიც თიბგის დროს მოდის. ეს დღესასწაული განკუთვნილი
იყო „ბალამდა“-ს სახელზე და მასში გარდა „ხუცისა“ მონაწილეობას იღებდა
ექვსი გათხოვილი და სამი გაუთხოვარი ქალი. მონაწილე ქალები ფეხსაცმლის
შემწეობით არკვედნენ ხალხისთვის მოსალოდნელ ბედნიერებასა და უბედურე-
ბას [9].

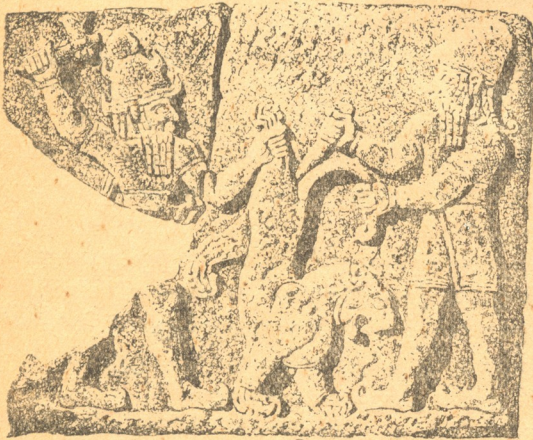
ფეხსაცმლის ამგვარი რიტუალური დანიშნულება სხვა ფაქტებითაც მქდაენ-
დება. ამას მოწმობს თუნდაც ის თიხის ფეხსაცმელი, რომელიც ყიზილ-ვანქის⁽¹⁾
სამარეში იყო აღმოჩენილი. ამ სამარის ინვენტარი დათარიღებულია პირველი
ათასეული წლებით ჩვ. ერამდე [5, ტ. 4, გვ. 70]. ამასვე ადასტურებს სამეგრე-
ლოში (ძველი კოლხეთი) აღმოჩენილი ფეხსაცმლის ფორმის თიხის კუბო, რო-
მელიც უძველეს ხანას განეკუთვნება. ეს კუბო ამაჟამად ზუგდიდის მხარეთმცოდ-
ნეობის მუზეუმშია დაცული.

როგორც ზემოთქმულიდან ირკვევა, ფეხსაცმლის რიტუალური ფუნქცია
უძველესი ხანიდან მომდინარეობს. კერძოდ, ჭვინტიანი ფეხსაცმლის, კარაჭინის,
ამგვარი დანიშნულებაც იმის დამადასტურებელია, რომ ის თავისი წარმოშობით

(1) ეტიუნიების ადრინდელი სამფლობელო.

უძველესი ხანის მონაპოვარია, რომელსაც გადმონაშთის სახით ქართულსა და კავკასიურ ეთნოგრაფიულ სინამდვილეში დღემდე თავი შემოუნახავს.

საგულისხმოა, რომ ქართულ ჭვინტიან ფეხსაცმელს და დალისტურ კარაჭინს („ხიდ“) პარალელები ძველი აღმოსავლეთის გარკვეულ ეთნიკურ არეშიც მოეპოება. პარალელისათვის ამ ფეხსაცმელების ყველაზე ნიშანდობლივი და თავისებური ელემენტი, მოკაუჭებული ჭვინტია აღებული. მართლაც, ხურებისა და თუმუბ-ხეთებისგან მომდინარე ძეგლებში ამგვარი მოკაუჭებულ-ჭვინტიანი ფეხსაცმელი მრავალადაა წარმოდგენილი. ამგვარი ფეხსაცმელები, როგორც ლეთაების (თემუბი), ისევე მითოლოგიურ არსებათა და მეომრის ბარელიეფებზეა მოცემული (იხ. აქვე სურ. 1, 2, 3). ამ ძეგლებზე გამოქანდაკებული მამაკაცების სურათები მკვეთრად გამოხატული მოკაუჭებულ-ჭვინტიანი ფეხსაცმელებითაა წარმოდგენილი. განსაკუთრებით დამახასიათებელია ამგვარი ფეხსაცმელი-კარხემიშისა, ზენჯირლისა და ტელ-პალაფის ძეგლებისათვის ([10],[11]¹, ტ. 4, გვ. 562—63, სურ. 262, 269, 276, 280, 282; [12], [13], [14]). ყველა ნიშნის მიხედვით ირკვევა, რომ ჭვინტიანი ფეხსაცმელი, საკუთრივ ფეხსაცმელი მოკაუჭებული ჭვინტით — ამ მოსახლეობის ჩაცმულობის დამახასიათებელი თავისებურობა უნდა ყოფილიყო [15]².



სურ. 1

ამდენად ქართულ-დალისტური ჭვინტიანი ფეხსაცმლის დამთხვევა ხურულ-თემუბ-ხეთურ ფეხსაცმელთან მეტად საყურადღებო ფაქტია.

ძველი აღმოსავლეთის ძეგლებზე შემონახული ჭვინტიანი ფეხსაცმელების შესახებ არსებულ ლიტერატურაში გამახვილებული არ არის ყურადღება ამ ფეხსაცმელების ნიშანდობლივ თავისებურობაზე, — სახელდობრ მოკაუჭებულ ჭვინტზე. ჩვეულებრივად ჭვინტიან, უფრო სწორად, წვერიან ფეხსაცმელზე ზოგადად და საერთოდაა მსჯელობა. დიფერენცირებული მიდგომა ჭვინტიან-წვერიან ფეხსაცმელებისადმი არ არის. ამის გამო სხვადასხვა ავტორის მიერ ძველი აღმოსავლეთის ჭვინტიანი ფეხსაცმელი დღემდე სირიაში ხმარებაში მყოფ ფეხსაცმელთან არის გაიგავებული. ვინც დაახლოებით იცნობს სირიულ ფეხ-

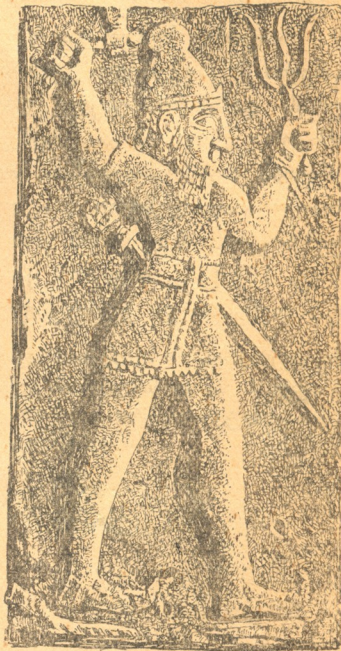
¹ აქვე დასახელებულია XIV და XV სს. ფრანგული ფეხსაცმელები; შდრ. [19].

² «Die Schnabelstiefel war nämlich die Nationaltracht der Hettiter, wie die hettitischen Denkmäler zeigen» [15, გვ. 746]. აქვე დასახელებულია ლიტერატურა ჭვინტიანი ფეხსაცმლის შესახებ.

საცმელს (რომლის სრულ ანალოგიას ქურთული ფეხსაცმელი წარმოადგენს⁽¹⁾ — მისთვის ამ ფეხსაცმლის პირდაპირი დამსგავსება ჭვინტიან ფეხსაცმელთან მართებული არ იქნება, ვინაიდან ამ ფეხსაცმელს მკვეთრად გამოსახული ჭვინტი, მით უფრო მოკაუჭებული ჭვინტი, არ გააჩნია. არსებითად მას ჭვინტი არც კი აქვს. მიუხედავად ამისა სამეცნიერო ლიტერატურაში ასეთ გაიგივებას დღემდე აღ-



სურ. 2



სურ. 3

ვილი აქვს. Perrot-Chipiez-ს [11, გვ. 285] და Reimpel-ის⁽²⁾ [16] შემდეგ Porada-ს 1938 წლის Revue d'assyriol. et d'arch. orient. [17, გვ. 189] კვლავ სირიული პარალელი მოჰყავს და ჭვინტიან ფეხსაცმელს სირიულ უჭვინტო ფეხსაცმელთან აიგივებს. ეს გაიგივება მით უფრო გაუგებარია, რომ Porada-ს თავის წერილში Osten-ის მიხედვით ჭვინტიანი ფეხსაცმლის დამაჯერებელი სურათიც აქვს გამოქვეყნებული.

Porada-ს წერილში უტრადლებას ბეჭედ-ცილინდრებზე ფიქსირებული ჭვინტიანი ფეხსაცმელები იპყრობს [17, № 4 და 6, სურ. 1]. ამ ფეხსაცმელებს ჭვინტზე ფოჩი აქვს გამობმული (შდრ. საქართველოს მუზეუმის

⁽¹⁾ იხ. საქართველოს მუზეუმის ეთნოგრაფიის განყოფილების კოლ. № 239 — 36.

⁽²⁾ Reimpel-ი სწერს: «Wo wir dem Schnabelschuh sonst begegnen, ist es ein Schuh in unserem Sinne, dessen Leder rings den ganzen Fuss umschlisst... Eine gute Vorstellung geben ähnliche, noch heute in Syrien übliche Schuhe, welche Perrot IV S. 563 zum Vergleich abbildet» [16, გვ. 45].

ეთნოგრაფიული განყოფილების კოლექცია № 345 „ფოჩიან-ჭვინტიანი ფეხსაცმელი დერვიშისა“). აღსანიშნავია, რომ ბაბილონური მილიესათვის ჭვინტიანი ფეხსაცმელი, მით უფრო ფეხსაცმელი მოკაუჭებული ჭვინტით, დამახასიათებელი კულტურის ელემენტი არ ჩანს. Porada-ს მიერ მოტანილი ნიმუში სპორადული მოვლენაა და ტიპიურ ქართულ-კავკასიურ და ხურულ-თეშუბ-ხეთურ ჭვინტიან ფეხსაცმელს არ წარმოადგენს [შლრ. 20].

როგორც ზემოთ გაიჩვენა, ჭვინტიანი ფეხსაცმელი, განსაკუთრებით ფეხსაცმელი მოკაუჭებული ჭვინტით, ხურულ-თეშუბ-ხეთური მატერიალური კულტურის დამახასიათებელი და თავისებური ელემენტია. ხურულ-თეშუბ-ხეთურ-ეთნიკური წრის ამ თავისებური ელემენტის პარალელი ქართულ-დაღისტნურ ჭვინტიან ფეხსაცმელებშია მოცემული. იმდენად, რამდენადაც ეს დამთხვევა ქართულ-დაღისტნური და ხურულ-თეშუბ-ხეთური მატერიალური კულტურის ელემენტების შეხვედრის ერთად-ერთი და იზოლირებული შემთხვევა არ არის [7, გვ. 17], [18], ამდენად ეს პარალელი შეიძლება სცილდებოდეს ტიპოლოგიურ მსგავსებას და კულტურულ-გენეტიკურ ნათესაობის მაჩვენებელი იყოს.

სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის საქართველოს ფილიალი

აკად. ნ. მარის სახელობის ენის, ისტორიისა და

მატერიალური კულტურის ინსტიტუტი
 თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 28.2.1940)

ЭТНОГРАФИЯ

Г. ЧИТАЯ

ЭТНОГРАФИЧЕСКИЕ ПАРАЛЛЕЛИ

1. Грузинская обувь с «носком»

Резюме

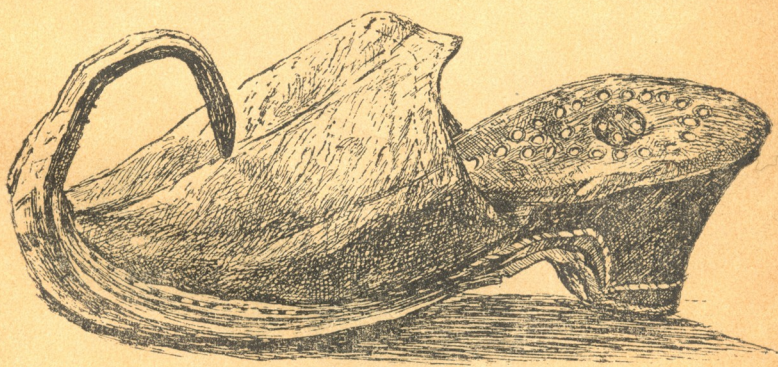
Грузинская обувь с «носком» (kartuli čvintiani pexsacmeli) на протяжении XIX века составляла почти неотъемлемую часть грузинского мужского костюма «куладжа». Она бытовала у представителей высшего сословия, среди мокалаков и ремесленников. Это подтверждается как литературными данными [1], [2], так и соответствующими рисунками начала XIX века и 70-ых годов того же столетия [3]. Спорадически эту обувь можно было видеть вплоть до 20-ых годов XX века.

Этот элемент материальной культуры Грузии был в обиходе XVII—XVIII вв. [4].

Характерную особенность этой обуви представляет ее резко выраженный загнутый внутрь носок — čvintī (см. таб. I, рис. 1, 2).



სურ. 1



სურ. 2



Обувь с этой характерной особенностью имеет параллели с обувью некоторых дагестанских народов. Ее, кожаную и шерстяную, находим у дахурцев, анцухцев, джумурдцев, капучинцев и кубачинцев (см. таб. II, рис. 1 и 2). Арал ее распространения — преимущественно южный Дагестан, территория, некогда входившая в состав древней Албании.

Богатая коллекция этой обуви имеется в этнографическом отделе Музея Грузии (№№ 17 — 09/3, 38 — 09, 17 — 09/2, 38 — 09/2, 87 — 10/33 др.). Шерстяная обувь этого типа целиком с подошвой вязана из цветных ниток.

Из коллекций этой обуви выделяется одна пара (кол. № 39 — 09/2, из сел. Тлядаль), которая имеет специальное назначение. Ее надевает невеста лишь раз в жизни во время свадебных церемоний. Она же сопровождает ее владельницу в могилу. Эта обувь помимо характерных орнаментов снабжена аппликациями из металла и ткани. Эти аппликации и отдельные элементы орнаментов вместе с ритуальной функцией выявляют ее апогройное назначение [7]. Такие функции обуви подтверждаются как общей литературой [8], так и данными из кавказской действительности: 1) галания обувью у ингушей [9], 2) глиняная раскопная обувь из Кизылванка (1 тыс. до н. э.) [5] — территория этиуниев и 3) глиняный гроб в форме обуви из Мегрелии (древняя Колхида).

Ритуальная функция дагестанской обуви с «носком» свидетельствует о давнишнем происхождении обуви этого типа. Этот характерный элемент материальной культуры, идущий из глубины веков, пережиточно почти до наших дней сохранился в Грузии и Дагестане.

Грузинская и дагестанская обувь с характерным загнутым внутрь носком имеет параллели в древне-восточных памятниках определенного круга. Обувь с таким загнутым внутрь носком мы находим на хуритских и тешуб-хетских памятниках. На этих памятниках она встречается как часть одеяния богов (Тешуб), мифических существ и воинов (см. рис. 1, 2, 3). В частности, эта обувь хорошо представлена на памятниках из Кархемиша, Зенджирли и Телл-халафа [10, 11, 12, 13, 14]. Имеющиеся данные доказывают, что обувь с таким резко выраженным носком являлась характерной особенностью национального костюма хуритов и тешуб-хетов [15].

В существующей научной литературе (Perrot-Chipiez, Reimpel, Porada [11, 16, 17]) древне-восточная обувь с «носком» отождествляется с современной сирийской обувью. Между тем эта последняя не имеет ни резко выраженного носка, ни тем более носка с концом загнутым внутрь — особенность, которая характерна и обща для хуритско-тешуб-хетской и грузинско-дагестанской обуви.

Поскольку такое сходство между хуритско-тешуб-хетским и грузинско-дагестанским элементами материальной культуры не является единственным и изолированным случаем [7, стр. 17], [18], — постольку указанная этно-

графическая параллель выходит из рамок типологических совпадений и может указывать на культурно-генетическое родство.

Грузинский Филиал АН СССР

Институт языка, истории и материальной культуры

имени акад. Н. Я. Марра

Тбилиси

ციტირებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ნ. ალექსი-მესხივეი. ისტორიული პიესის წარმოდგენის გამო, „ივერია“, 1904 წ. № 80.
2. E. Zichy. Voyages au Caucase et en Asie Centrale. Budapest, 1892, ტ. I; Pauly, Description ethnographique des peuples de la Russie, 1862; შდრ. A. Rosenberg, Gesch. d. Kostüms, Brl., ტაბ. 373.
3. Г. Радде. Путеводитель Кавказского музея. Тифлис, 1881, გვ. 28.
4. ს. ორბელიანი. ქართული ლექსიკონი, ი. ყიფშიძისა და აკ. შანიძის რედაქციით. ტფ., 1928.
5. Н. Марр. Избранные работы. Ленинград, 1937, ტ. 4.
6. A. Buh an. Kaukasien, Ost- und Nordrussland, Finnland—Buschan-ის Illustrierte Völkerkunde-ში, II, 2 Stuttgart, 1925, გვ. 675; იგივე, ფრანგული გამოცემა, La civilisation caucasienne Paris, 1936, გვ. 41.
7. ვ. ბარდაველიძე და გ. ჩიტაია. ქართული ხალხური ორნამენტი; ტ. I. ხევსურული. თბილისი, 1939.
8. H. Guthé. Kurzes Bibelwörterbuch, Tübingen und Leipzig, 1903, s. v. Kleidung.
9. Б. Далгат. Первобытная религия чеченцев. Терский Сборник. Владикавказ, 1893, ტ. 3, 2, გვ. 98.
10. D. Hogarth, Carchemish, I. London, 1914, ტბ. 13, 9, 11.
11. Perrot et Chipiez. Histoire de l'art dans l'antiquité, IV.
12. O. Weber. Chetitische Kunst, Orbis pictus, Brl. 1920, ტბ. 2, 3, 19, 21, 29.
13. H. Moortgat. Bildwerk und Volkstum Vorderasiens zur Hethiterzeit, Lpzg, 1934.
14. M. Oppenheim. Der Tell-halaf, Lpzg, 1931, გვ. 123, 130, 162.
15. Paul. Real-Encyclopädie, N. B., Lief. 21a—22a, Lpzg. 1922.
16. W. Reimpél. Geschichte der babylonischen und assyrischen Kleidung. Brl. 1921.
17. Ed. Porada. Treize cylindres-sceaux de la collection Hahn datant de l'époque d'Agade—Revue d'assyriologie et d'archéologie orientale, t. XXXV, Nos 3—4. Paris, 1938.
18. გ. ჩიტაია. რაჭული სახენელი, ვნიშვი-ს მოამბე, ტ. I., გვ. 290—91.
19. A. Rosenberg. Geschichte des Kostüms, Berlin, ტაბ. 116.
20. H. de Genouillac. Notes lexicographiques, Revue d'assyriol. et d'archéologie or., t. 7, გვ. 157—58.

И. В. АБУЛАДЗЕ

НОВОЕ СВЕДЕНИЕ О СУЩЕСТВОВАНИИ ПИСЬМЕННОСТИ У КAVKAZСКИХ АЛБАНЦЕВ

Открытие в одной, армянской рукописи XV в. собрания алфавитов, среди которых оказался один неизвестный алфавит, названный албанским, дало возможность проверить известные с давних пор сведения о существовании письменности у кавказских албанцев, успевших сойти с исторической сцены уже к концу средних веков [1, 2]. Оказалось, что сведения, сохраненные по означенному вопросу разными источниками, главным образом армянскими, заслуживают самого серьезного внимания и изучения, как это показал в своем исследовании проф. А. Г. Шанидзе, давший обзор известных раньше сведений о существовании письменности у кавказских албанцев и приведший, между прочим, ясное свидетельство об этом одного послания из «Книги писем» [1].

Армянские источники сохранили нам кое-что и из лексики албанского языка. Имеем в виду названия месяцев, которые давно известны по работам Даламье и Патканова [3] и этимологии которых некоторые ученые склонны объяснять по материалам удинского языка [4], считающегося живым представителем третьего литературного языка Кавказа [5]. Это есть все, что мы знаем об языке и письменности кавказских албанцев. Поэтому считаем весьма важным отметить, что сейчас мы располагаем еще новым сведением, подтверждающим существование разнообразной литературы у кавказских албанцев.

Проф. А. Шахназарян, которому поручено печатание пространного «Описания армянских рукописей», принадлежащего перу покойного магистра М. Тер-Мовсисяна, обнаружил в этом труде описание одной эчмиадзинской рукописи (№ 2121, по старой нумерации № 2133), которая у Тер-Мовсисяна значится под заглавием «Книга проповедей Григория Татевского». Но по приведенному там же содержанию этой книги видно, что кроме 80 проповедей Г. Татевского означенная рукопись содержит еще: а) Похвальную речь Григория Просветителя, б) (Похвальную) речь



Иоанна Златоуста о Григории Просветителе, с) Рассказ о мироварении и d) Речь из 67 отрывков.

Из этих статей наибольшего внимания заслуживает «Рассказ о мироварении», который, как указано в заглавии, переведен с албанского. К сожалению, рукопись поздняя (переписана вардапетом Газаром в 1726 г.), но нет сомнения, что она восходит к древним спискам. Впрочем, нашлась и другая рукопись (№ 3070)¹, которая немного древнее (переписана в 1669 г.) и содержит тот же переводный памятник в той же редакции. Не исключена возможность, что со временем найдутся и более древние списки и тогда можно будет поставить вопрос об издании памятника. Сейчас важно лишь установить факт, что памятник считается переводом с албанского.

Статья озаглавлена так: ⁽²⁾ *Յաղագս պատմութեան սուրբ աստուծային իւզոյն, զոր գտեալ սրբոց (սուրբ Ա) հարցն յարեւելք, (3) յԱղուանի գիրս, և թարգմանեցին ի հայ գիր. և վասն մարմնոյն սրբոյն Յովհաննու Կարապետին (Կարապետին Յովհաննու Ա)*. [Рассказ о св. божественном мире, который нашли св. отцы на Востоке албанскими письменами и перевели на армянский язык, и о теле Иоанна Крестителя].

Начало:

«Արդ պատմեցուք յաղագս սուրբ իւզոյն, թէ ուտի է...» [Сейчас расскажем о св. мире, откуда оно...].

Конец:

«Եւ այս է պատճառ սուրբ իւզոյն և սուրբ հոշակաւոր ուխտին Եղբրուս կոչեցելոյն, զոր յետոյ կրկին հաստատեաց սուրբն Լուսաւորիչն հայոց պատուական մասամբքն սրբոյն Յովհաննու Կարապետին, ի պարծանս աշխարհիս Հայոց և ամենայն հաւատացելոցն. և Քրիստոսի փառք յաւիտեանս, ամէն: [Таковы обстоятельства (букв. причина) св. мира и знаменитой братии, называемой Елрдуг(ской), что снова утвердил св. Просветитель армян вместе с честными частями св. Иоанна Крестителя, во славу сей армянской страны и всех верующих. Слава Христу во веки! Аминь].

Содержание статьи вкратце таково: Пророк Моисей, получив благовонные цветы от бога на горе Синае, приготовил из них миро, которым помазывали впоследствии пророков и царей. Когда израильтяне обосновались в обетованной земле, это миро хранилось у них в Иерусалимском храме. После разрушения этого храма Елизавета, жена первосвященника Захарии, взяла миро на гору и, рассекши скалу, спрятала его там. Когда

¹ Считаю своим долгом выразить глубокую благодарность проф. А. Шахназяну за любезное указание означенных рукописей.

² А—Рукопись № 3070; В—рукопись № 2121.

³ По древним нормам ожидали бы *յարեւելք*:

Иоанн, сын Захарии и Елизаветы, начал крестить, то он помазывал народ этим миром. Когда же у Иоанна отсекли голову по приказу царя Ирода, миро взяла одна грешница, которая впоследствии возлила его на голову Христу. После того, как ученики Христа отправились проповедывать евангелие, это миро взял с собой ап. Фаддей, первый просветитель армян, исцеливший им сына царя Авгаря. Оставив миро на одном дереве, Фаддей отправился к царю Санатруку. Впоследствии о месте нахождения мира узнал по видению второй просветитель армян Григорий, который, при содействии царя Тирдата, построил там церковь во имя св. Иоанна Крестителя. Здесь, в местности Елрдут (*ԵլրԴուտ* Ełrdut)¹, хранится неиссякаемо это миро. Здесь же подвизается знаменитая елрдутская братья.

Как видно из заглавия, сохраненного обоими списками, здесь точно указывается, что статья переведена с албанского. В этом нет ничего удивительного, ибо хорошо известно, какую тесную связь поддерживали армяне со своими соседями (грузинами, сирийцами и др.), что видно, напр., по переводам с армянского на грузинский и с грузинского на армянский [7]. Нет сомнения, что подобное культурное сотрудничество существовало также между армянами и их северо-восточными соседями, албанцами. Если бы оказалось, что означенная статья действительно переведена и именно с албанского, то это было бы прекрасной иллюстрацией культурной связи армян и албанцев и окончательно установило бы факт существования албанской письменности.

Не располагая пока письменными памятниками албанского языка на Кавказе и не зная его структурных особенностей и лексического состава, трудно сказать что-либо определенное относительно албанизмов, которые, вероятно, все еще остаются кое-где в данном памятнике, несмотря на длинный ряд поправок в процессе переписки.

Грузинский Филиал АН СССР
Институт языка, истории и материальной культуры
имени акад. Н. Я. Марра
Тбилиси

(Поступило в редакцию 31.3.1940)

¹ У Эфрикяна [7] Елрдут (в новоармянском произношении Егрдут; Eγrdut) указывается в Тароне, неподалеку от г. Муша, на востоке от него.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Г. Шанидзе. Новооткрытый алфавит кавказских албанцев и его значение для науки: Изв. Инст. языка, истории и мат. культуры им. акад. Н. Я. Марра Груз. Филиала АН СССР, т. IV, 1—68.
2. И. В. Абуладзе. К открытию алфавита кавказских албанцев, *ib.*, стр. 69—71, 1938.
3. К. Патканов. Несколько слов о названиях древних арм. месяцев, Петб., 1871, стр. 42.
4. პ. ინგოროყვა. ძველ-ქართული წარმართული კალენდარი: საქ. მუზეუმის მოამბე VII, გვ. 301—302.
5. ივ. ჯავახიშვილი. საქართველოს ეკონომიური ისტორია, II, 544—545, თბ. 1934.
6. ჭიქელიძე. შაჰსერაფარე რეაქსარჩქ რაიარან, წ. I, 654, ქსნოსიქ 1906.
7. ილ. აბულაძე. ქართულ-სომხური ფილოლოგიური შტუდიები. „მრავალთავის“ ზოგიერთ თავის წყარო: თბ. სახ. უნივერს. შრომები VI, 1937, გვ. 329—335.

პრ. ჩიმოზაზა

ქართულ-ხუნძური წარწერა XIV საუკუნისა დაღისტნიდან
(წინასწარი ცნობა)

წარწერა ამოკვეთილია თეთრი თლილი ქვის ჯვარზე, რომელიც ინახება დაღისტნის ცენტრალურ მუზეუმში, ქალაქ მაჩახა-ყალაში.

მასზე მიგვიითია ხსენებული მუზეუმის ფონდების გამგემ ამხ. ვალენტინა სოკოლოვამ, როცა 1939 წ. ივნისში მუზეუმში მოვიკითხეთ (ამხ. შაბაუდინ მიქაილოვის ჩვენებით) უცნობი წარწერა: „გვაქვს სომხური წარწერა, თუ გაინტერესებთ“.

ჯვარი პატარაა: სიმაღლე— $22\frac{1}{3}$ სანტ., განი—17 სანტ.; სამივე ფრთა სამწვერიანია; მარცხენა ფრთის ქვედა ნაწილი ჩამოტეხილია.

მუზეუმს ჯვარი გადასცემია ბუინაქსკის ანტირელიგიური მუზეუმიდან უკანასკნელის ლიკვიდაციასთან დაკავშირებით (1933 წ.); სხვა ცნობები მუზეუმს არ მოეპოვება.

ჯვარს სრულებით არ ეტყობა ატმოსფერული ზეგავლენა: ჩანს, ის შენობის შიგნით ყოფილა აღმართული,

წარწერა 11 სტრიქონს შეიცავს; შესრულებულია ასომთავრულად (ქართული ტექსტი) და ნუსხურად (ხუნძური ტექსტი); შიგა-და-შიგ ასომთავრულში ნუსხური დამწერლობის ასოებიც ურევია (უფრო იშვიათად—პირუკუ).

ტექსტში ხშირია ორწერტილი და ქარაგმები; ქარაგმები ხუნძურ ნაწილში მხოლოდ ერთგანაა გამოყენებული: ხუნძურ ტექსტზეა ყურადღება გამახვილებული.

წარწერის ტექსტი:

უცვლელად:

ჯ რ ი ქ ე

შ ე თ ე წ

ო რ თ ე: წ ო

ს არ კ ე ლ ი: წ ო ბ თ ე გ

ქ არ ა გ მ ე ბ ი ს გ ა ხ ს ნ ი თ:

ჯ ო ვ ა რ ი ქ რ ი ს ტ ე

შ ე ი წ ყ ა ლ ე თ ე ო დ ო რ ე წ მ ი -

და ო თ ე ო დ ო რ ე: წ მ ი და ო

ს არ კ ე ლ ი: წ ო ბ თ ე გ

(¹ წაკითხულია ენიშკის კავკასიურ ენათა განყოფილების სხდომაზე 31.III.1940, 21. „მოამბე“, ტ. I, № 4,

უცვლელად:

ქარაგმების გახსნით:

ი: ბოტბ: ჩაპლტა: რა...!

ვ: ჩ'ჰე

ს ი ტ ა

ან: ო'

:ღ:ო: ჩნო

გ ა ბ რ ლ ი

დაიცოვენ

ი: ბოტბ: ჩაპლტა: რა...!

ვ: ჩ'ჰე⁽¹⁾

ს ი ტ ა

ამინ : ოვფალო

:ღმერთო: ჩუენო

გაბრიელი

დაიცოვენ.

როგორც აქედან ჩანს, თავი და ბოლო წარმოგვიდგენს ქართულ ტექსტს, ამგვარი შემთხვევისათვის ტრაფარეტულს, ოღონდ ყურადღებას იპყრობს შემდეგი:

ა) პირველი სიტყვა წოდებითში კი არაა (ჯუარო), არამედ—სახელობითში: აქ დასახელება იმისა, რაც ჩვეულებრივ წარწერებში ნიშნით გადმოიცემა; ჯვრის კულტს ეს შეეფერება [1], [2].

ბ) ჯერ შესაწყალბელი თეოდორეა დასახელებული, მერე—შემწყალბელი წმინდანი; ჩვეულებრივია—პირიქით. წო' თ'ე შეიძლებაოდა წობ თეგი-ს განმეორებად მიგვეჩნია—შინაარსით (იხ. ქვემოთ) ეს გამართლებული იქნებოდა, მაგრამ ასეთ შემთხვევაში ქარაგმა მოსალოდნელი არ იყო.

გ) შესავედრებელ წმინდანად **სარკელი**—ცაა გამოყვანილი. როგორც სპეციალისტებმა განმარტეს, ასეთი წმინდანი ბერძნულმა და რომაულმა ეკლესიამ არ იცოდა.

ეს სიტყვა ჩრდილოურ ხაზარულ სამყაროს მოგვაგონებს: სარკელი — „თეთრი სახლი“—Белая Вежа ხაზართა ქალაქის სახელადაა ცნობილი. რა შუაშია წმინდანი? იქნებ აღამიანის სახელადაც იხარებოდა და ამ სახელის მატარებელთაგანი წმინდანად შერაცხილიც იყო?!

ერთ ხუნძურ აულში¹ სარკელ კაცს ერქვაო, გადმომცა ამხ. შ. მიქაილოვმა. ენიშკი-ს მეცნ. თანაწარმომღმა მ. გუჯეჯიანმა მიგვითითა, სარაკელ სვანურ წყევლის ფორმულაში გვხვდებაო; საკითხი დამატებით ძიებას მოითხოვს.

წარწერის ბოლო ნაწილი გაბრიელის „დაცვას“ შესთხოვს უფალს. შესაძლოა ეს იყოს წარწერის ამომჭრელი.

წარწერის შიგნით მოქცეული ფრაზა:

წობთეგი: ბოტბ: ჩაპლტა: რა...! **ვ: ჩ'ჰე სიტა** ხუნძური ჩანს მიუხედავად იმისა, რომ ამჟამად მთლიანად არაა გარკვეული ფრაზის მნიშვნელობა.

წობთეგი ორსიტყვიანი გამოთქმაა: **წობ**—ესაა ხუნძ. წობ „წყალობა“. **თეგი**—ხუნძ. **ლ'ეგი** ნატვრითი კილოს ჩვეულებრივი ფორმაა (შდრ. ჭაჭავი! გაუმარჯოს! „იცოცხლოს!“) ზმნისგან **ლ'ეზე** „ღება“:

წობ თეგი „წყალობა დაიღოს“, „შეწყალბულ იქნეს“; იხ. ამჟამადაც არა უცნობი გამოთქმა: ალლაჰასულ წობ ლ'ეგი დღუდა!—ღვთის წყალობა (დაგედოს) შენ!

⁽¹⁾ ამ ქარგმის გახსნა ჯერ-ჯერობით არ ხერხდება. აგრეთვე დაზიანებული ადგილის აღდგენა: „-ს შემდეგ ჩანს ა-ს თავი.

ქართულ წარწერაში მაგარი წა გადმოცემულია ჩვეულებრივით, ლატე-რალურ სპირანტ ლ'-ს კი წარწერის ამომჭრელმა თ შეუფარდა.

საინტერესოა, რომ თვით ხუნძურშიც, სახელდობრ, მის ანწუხურ კილოში, ლ'→თ; მაგრამ თეგი-ს თ აქ ხუნძურიდან არ უნდა მომდინარეობდეს (იხ. ქვემოთ).

რ[ა...]ვ ხუნძური პირველი გრამატიკული კლასის ნიშნით (-ვ-) თავდება. აქ იგი მიმდგომას უნდა ჰქონდეს დართული. რა ზმნისას? საფიქრებელია, ეს იყოს ჰაალტარავ—ზმნისაგან ჰაალტიზე „მუშაობა“, „დაშვრომა“,—ნამყო დროისა—„დამაშვრალი“, „ნამუშაკევი“. მაგრამ მაშინ ჩა გვრჩება აუხსნელი, ლ-ისის წინამავალი ა-ც გვაკლია (ჰა კი შეეძლოთ ჰ-თი გადმოცემა, —ეს არაა დაბრკოლება); მერე: რ-ს შემდეგ დაზიანებული ადგილი ერთზე მეტ ასოს—ორს თუ სამს—გვავარაუდებინებს.

შეიძლება ვერტილით გამოყოფილი სიტყვები ცალ-ცალკე დაგვეტოვებინა და რ[ა...]ვ დაგვეკავშირებინა ზმნასთან რალიზე „ბრძოლა“, რალავ—რალულავ „მებრძოლი“, ВОИНСТВЕННЫЙ, მაგრამ მაშინ დაქარაგმება უნდა ვივარაუდოთ დაზიანებულ ნაწილში.

ჩაჰლტა შეიძლება იყოს ლოკატივი კითხვაზე სად? (ჩაჰლტა←ჩაჰლდა, როგორც ეს ხუნძახის რაიონშია ჩვეულებრივი) და მაშინ ადგილის გარემოებასთან გვექნება საქმე; მაგრამ შეუძლებელი არაა ეს იყოს ჩალთა „საბრძოლო ნაჯახი“; ასეთ შემთხვევაში ის მიეკედლებოდა მომდევნო სიტყვას რალავ=„რალულავ“.

ჩჰე ? ჩაჟენ (|| ჩაჟენ) —თავდასხმა?

სიტა; თუ წინა სიტყვის ბოლო არაა, სიი-ს ლოკატივი იქნება: სიი—კოშკი, სიტა (←სიდა)—კოშკი (კოშკზე). -ტა-თი დაბოლოებული ლოკატივი ისევ ხუნძახურ რაიონზე მიგვითითებს.

ბოტბ... ეს სიტყვა მოსდევს თეგი-ს; უკანასკნელი ზმნაა და მოითხოვს ლოკატივს („წყალობა შენდა... მისდა...“); ბოტბ -და || -ტა წარმოების ლოკატივი არაა. მაშასადამე, ბოტბ არ შეიძლება იყოს ის პირი, რომლის შეწყალებას სარკელის შესთხოვენ. აქ ისევ გარემოების აღმნიშვნელ სიტყვასთან უნდა გვექონდეს საქმე.

ვერდს ვერ აუფელით ბო-ს: ბო—ჯარი, მაგრამ ფორმაა გაუგებარი; ბოტბ-ის არა ზუსტი გადმოცემა თუა:—„ჯარი“?

ერთი რამ მაინც გამორიცხულია: ბოტბ-სიტყვის ბოლოკიდური ზ მესამე კლას-კატეგორიის ნიშნიანი ლოკატივი (ტიპისა—რუყო-ბ, რუყო-დ, რუყო-ვ „სახლში“) ვერ იქნება: მიმდგომის ვ (რა...ვ) პირველი კლასისა ამას გამორიცხავს (საერთო წესების თანახმად).

ეგვევ სამიძლეობო დაბოლოება ცხადყოფს, რომ წარწერა მამაკაცს ენება და მისთვის შეწყალების გამოთხოვას შეიცავს.

როდის არის ამოჭრილი წარწერა? პალეოგრაფიულ თვისებათა მიხედვით იგი XIV საუკუნეს ვერ გადმოსცილდება; ისტორიული კონტექსტიც ამას უჭერს მხარს: თემურ ლენგის შემდეგდროინდელ დალისტანში ამგვარი ძეგლის აღ-

მართვა სავარაუდებელი არაა. მეოთხმეტე საუკუნეში კი ეკლესიაც კი აშენებულია შიგნით დაღისტანში, ხუნძურ ყოისუს ხეობაში, დათუნში, ხუნძახის რაიონის სამხრეთით.

შამილის მდიენის ჰაჯი ალი ქუხელის ცნობით დათუნის ეკლესია 1363 წელს აუგიათ ქართველებს (თლილი ქვის ეკლესია დღემდის დარჩენილა).

ჰაჯი ალის ცნობას ზოგადად უდგება „ჟამთა აღმწერელის“ ჩვენბაც: „ხოლო ამავე ჟამთა [იგულისხმება დიმიტრი თავდადებულის მეფობა—ა. ჩ.] ბრწყინვიდა პატროსანი პიმენ სალოსი, რომელიც ვარესჯით წარმოვიდა და დაემკვდრა ბელაქანს, ქვაბსა რასამე, რომელმან ნათესავი ლეკთა წარმართობისაგან მოაქცინა, რომელნი ჰგიან სარწმუნოებასა ზედა ქრისტესსა. ამას თანა ბრწყინვიდა დიდიცა იგი მოღუაწე ანტონი ნაოჯრებულისძე, ნათესავით მესხი“ [3].

სად უნდა იყოს ამოჭრილი წარწერა? ალბათ, ხუნძახის რაიონში, როგორც ამას —ტა ბოლოსართი გვაფიქრებინებს (იხ. ზემოთ).

წარწერაში მოცემული ხუნძური წინადადება უძველესი ენობრივი დოკუმენტია ამ ენის (და, საერთოდ, დაღისტნის ენების) ისტორიისა (აკად. გიულდენშტედტის ლექსიკური ჩანაწერები 1772—73 წლებს ეკუთვნის) და ეს უძველესი დოკუმენტი ქართული ანბნითაა შესრულებული.

სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის საქართველოს ფილიალი

აკად. ნ. მარის სახელობის ენის, ისტორიისა და

მატერიალური კულტურის ინსტიტუტი
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 19.4.1940)

ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ

АРН. ЧИКОБАВА

ГРУЗИНСКО-АВАРСКАЯ НАДПИСЬ XIV В. ИЗ ДАГЕСТАНА

(Предварительное сообщение)

Резюме

Надпись высечена на каменном кресте из белого тесанного известняка (разм. $22\frac{1}{3}$ см × 17 см); крест хранится в Дагестанском Центральном Музее в г. Махач-Кала; поступил в Музей из Буйнакского антирелигиозного Музея в 1933 г.; не известно, откуда доставлен в последний.

Надпись хорошо сохранилась (пострадало лишь одно место: обломлен угол); влияния атмосферных осадков не заметно; повидимому, крест был водружен внутри помещения.

Надпись сделана грузинским церковным уставным письмом „მთავრული“ (грузинская часть) и грузинским церковным строчным „ნუსხური“ (аварская часть); разграничение двух шрифтов, впрочем, строго не проводится: в отдельных словах используются как тот, так и другой шрифты.

действительность: вслед за обращением к нему и начинается аварский текст.

В аварской фразе бесспорно значение первого выражения: წობ თეგო *ṡob tegi*: წობ *ṡob*, это авар. *ṡob* милость; თეგო *tegi* форма желательного наклонения от глагола ლ'ეზე *l'eze* „класть“, „положить“: წობ თეგო *ṡob tegi* „помилуй“, дословно: „да положится милость“; ср. известное выражение: ალაჰასულ წობ ლ'ეგი დუდა! *allahasul ṡob l'egi duda!* „да падет (положится) на тебя милость аллаха!“

Геминированный წო *ṡo* передан в грузинской надписи обычным წ *ṡ*; латеральный ლ' *l'*—близким к нему თ *t* (в анцухском диалекте авар. яз. ლ' *l'* регулярно представлено через თ *t*). Замена вызвана отсутствием звуков წო *ṡo*, ლ' *l'* в грузинском языке и соответствующих букв в грузинском алфавите.

Остальная часть текста пока окончательно не разъяснена.

По всей вероятности, რა... ჳ რა... w имеет окончанием ჳ w, показателя первого класса (имена муж. рода): корневой ჳ w в исходе аварских слов не встречается. После რ *r* начало ა *a* ясно виднеется; дальше угол обломлен; если тут подразумевать რაზ *raw*, его можно было бы считать окончанием причастия прош. времени и воссоединивши с частью предшествующего слова, имели бы ჳ(ა)ლტარავ *h(a)lṡaraw* (от глаг. ჳაღლტოზე *haṡṡize*) „потрудившийся“; но это встречает ряд препятствий.

Возможно რა ჳ რა... w связать со словом რალ *raṡ* „сражение“, რაღზე *raṡze* „сражаться“, რაღავ *raṡaw* = რაღულავ *raṡulaw* „воинственный“, но тогда надо допустить, что в дефектной части слово было под титлом.

Последнее слово სიტა *siṡa*, если это не окончание ჩ'ჳე *ṡ'he*, представляется локативом серии -და *-da* от слова სი „башня“:

სიტა *siṡa* ← სიდა *sida* „на башне“.

Локатив на -ტა *-ṡa* характерен для хунзахского говора северного наречия; этим определялось бы местопроисхождение памятника.

Слово ჩაღლტა *ṡahlṡa*, возможно, обстоятельство места в форме локатива с тем же -ტა *-ṡa* вместо -და *-da* (напоминает оно также авар. ჩაღლო *ṡalta* „боевая секира“, но тогда это не обстоят. места и не локатив!).

Слово ბოტბ *botṡb* также гадательно можно было связать со словом ბო *bo* „войском“: ბოტბ *botṡb* вместо ბოტ *bot* „в войске“, „под войском“.

Во всяком случае это не имя лица: глагол ლ'ეზე *l'eze* требует локат. на -და *-da*, чего тут не имеется.

Слово ჩ'ჳე *ṡ'he*? Не связано ли оно со словом ჩაღვებ *ṡarṡeb* (|| ჩაღებებ *ṡarṡeb*) „набег“?!

Все это гадательно. Бесспорно лишь, что это—надпись аварская; что в ней у Саркелия испрашивается милость для мужчины.

Лингвистически надпись ценна, как древнейший (пока) документ истории аварского языка да и, вообще, дагестанских языков.

Эта древнейшая надпись высечена грузинским шрифтом; в этом ее несомненное культурно-историческое значение.

Грузинский Филиал АН СССР
Институт языка, истории и материальной культуры
имени акад. Н. Я. Марра
Тбилиси

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. П. Услар. Начало христианства в Закавказье и на Кавказе. Сбор. свед. о кавказ. горах, II, გვ. 1—24.
2. სიმ. ჯანაშია. საქართველო ადრინდელი ფეოდალიზაციის გზაზე, ტფილისი, 1937, გვ. 96—102.
3. „ქართლის ცხოვრება“, მეორე გამოცემა ზაკ. კეჭინაძისა, ტფილისი, 1897, გვ. 612.



პ/მგ. რედაქტორი ნ. მუსხელიშვილი.

ტექრედაქტორი ს. კაბახკელი

გადაეცა წარმ. 2.4.40 წ.

ხელმოწ. დასაბ. 26.4.40 წ.

თაბანთა რარდენობა 5

მთავლიტის რწმუნებულის № 2263

შეკვეთის № 363

ტირაჟი 1000

სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის საქმილიალის სტამბა, აკავი წერეთლის ქ. № 7

ПОЛОЖЕНИЕ О «СООБЩЕНИЯХ ГРУЗИНСКОГО ФИЛИАЛА АКАДЕМИИ НАУК СССР»

1. В «Сообщениях» помещаются краткие статьи научных работников Филиала и других ученых, содержащие наиболее существенные результаты их исследований.

2. «Сообщениями» руководит Редакционная коллегия, назначаемая Президиумом Грузинского Филиала АН СССР.

3. Повседневная редакционная работа осуществляется Бюро редколлегии, состоящим из ответственного редактора, его заместителя и ответственного секретаря, также назначаемых Президиумом Грузинского Филиала АН СССР.

4. «Сообщения» выходят ежемесячно (в конце каждого месяца), за исключением июля и августа, выпусками от 2 до 6 печ. листов каждый. Совокупность выпусков за год (всего 10 выпусков) составляет один том.

5. Статьи печатаются на одном из следующих языков: грузинском, русском, немецком, французском, английском. Статьи на грузинском языке обязательно снабжаются резюме на одном из остальных указанных языков. Статьи на французском, немецком и английском языках обязательно снабжаются резюме на грузинском или русском языках. Резюме статей, печатающихся на русском языке, не обязательны, но по желанию автора эти статьи могут быть снабжены резюме на одном из остальных указанных языков.

6. Размер статьи, включая резюме, не должен превышать 20 тыс. печ. знаков (половины авторского листа). Соотношение размеров основного текста и резюме определяется самим автором. В частности, резюме может быть заменено полным переводом, при условии, чтобы общий размер статьи и перевода не превышал указанной выше нормы.

7. Статьи, предназначенные к напечатанию в «Сообщениях», направляются в Редакцию, либо непосредственно, либо через одного из членов Редколлегии. Статьи принимаются к напечатанию только постановлением Бюро редколлегии, по письменному представлению одного из членов Редколлегии, который отвечает за содержание статьи наравне с автором.

8. Статьи должны представляться автором, в совершенно готовом для печати виде, вместе с резюме. Формулы должны быть четко вписаны от руки. Никакие исправления и добавления после принятия статьи к печати не допускаются.

9. Данные о цитируемой литературе должны быть возможно полными: необходимо указывать название журнала, номер серии, тома, выпуска, год издания, полное заглавие статьи; если цитируется книга, то необходимо указать полное заглавие, год и место издания, а также издательство.

10. Цитируемая литература должна приводиться в конце статьи в виде списка. При ссылке на литературу в тексте статьи или в подстрочных примечаниях, следует указывать номер по списку, заключая его в квадратные скобки.

11. В конце статьи и резюме авторы должны указывать, на соответствующих языках, местонахождение и название учреждения, в котором проведена работа.

Дата поступления статьи отмечается ответственным секретарем Редколлегии или членом Редколлегии, в зависимости от того, к кому статья поступила.

12. Автору предоставляется одна корректура в сверстанном виде на строго ограниченный срок (обычно не более суток). В случае невозвращения корректуры к указанному сроку, Редакция вправе перенести статью в следующий выпуск.

13. Авторы получают бесплатно 50 оттисков своей статьи и выпуск «Сообщений», содержащий эту статью.

ფასი 3 მან.
ЦЕНА 3 РУБ.



სარედაქციო კოლეგია

წ.-კორ. გ. ახვლედიანი, აკად. ი. ბერიტაშვილი, პროფ. ლ. გოციელი (პასუხისმგ. მდივანი), პროფ. ფ. ზაიცევი, პროფ. ბ. კანდელაკი, პროფ. ვ. კუპრაძე, პროფ. მ. მოსტკოვი, აკად. ნ. მუსხელიშვილი (პასუხისმგ. რედაქტორი), პროფ. მ. ნოდია, პროფ. დ. სოსნოვსკი, წ.-კორ. ა. შანიძე, აკად. ივ. ჯავახიშვილი, პროფ. ს. ჯანაშია (პასუხისმგ. რედაქტორის მოადგილე), პროფ. ა. ჯანელიძე.

Редакционная коллегия

Чл.-корр. Г. С. Ахвеледiani, акад. И. С. Бериташвили, проф. Л. П. Гокиели (отв. секретарь), акад. И. А. Джавахишвили, проф. С. Н. Джанашиа (зам. отв. редактора), проф. А. И. Джанелидзе, проф. Ф. А. Зайцев, проф. Б. С. Канделаки, проф. В. Д. Купрадзе, проф. М. А. Мостков, акад. Н. И. Мухелишвили (отв. редактор), проф. М. З. Нодия, проф. Д. И. Сосновский, чл.-корр. А. Г. Шанидзе.