

542

524/21



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

გ მ ა მ გ ე

ტომი III № 3

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

ТОМ III № 3

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE GEORGIAN SSR

Vol. III No 3

თბილისი 1942 ტბილსი
TBILISSI

შინაარსი—СОДЕРЖАНИЕ—CONTENTS

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATICS

- Илья Векуа. Решение основной краевой задачи для уравнения $\Delta^{n+1}u=0$. . . 213
 *ილია ვეკუა. ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნა განტოლებისათვის $\Delta^{n+1}u=0$. 220

დეკავლობის თეორია—ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ—THEORY OF ELASTICITY

- А. [Я. Горгидзе и А. К. Рухадзе. О вторичных эффектах при изгибе кругового цилиндра. Сообщение третье 221
 *ა. გორგიძე და ა. რუხადე. მეორადი ეფექტების შესახებ წრიული ცილინდრის ღუნის შემთხვევაში. III 228

ქიმია—ХИМИЯ—CHEMISTRY

- Н. А. Изгарышев и Э. С. Саркисов. «Парохромовые» покрытия на железе и стали 229
 *ნ. იზგარაშევი და ე. სარკისოვი. დამკვეთი შრეების მიღება რკინა და ფოლადზე ქრომის ქლორიდის ორთქლიდან 232
 დ. ვრისთავი და დ. ბარნაბიშვილი. შავი ქვის მადანში სამვალენტოვანი მანგანუმის განსაზღვრა 235
 *დ. ი. ერისთავი და დ. ნ. ბარნაბიშვილი. Определение трехвалентного марганца в марганцевой руде 241

ბეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGY

- ქ. ნუცუბიძე. დასავლეთ საქართველოს ჭვედა ცარცის ბრაქიოზოიტებისათვის 243
 *К. Нугубидзе. О нижнемеловых брахиоподах Западной Грузии 245

ბოტანიკა—БОТАНИКА—BOTANY

- Л. И. Джапаридзе. К вопросу о распределении водного запаса в стволах спелых-древесных хвойных пород 247
 *ლ. ჯაფარიძე. მწიფე მერქნიანი წიწვიანი ჯიშების ღეროში წყლის მარაგის განაწილების შესახებ 250
 ნ. ბრეჯაძე. კურკოვან მცენარეთა თესვების აღმოცენება 253
 *Н. Н. Брегадзе. Прорастание семян косточковых растений 260

*ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წინა წერილის რეზიუმეს ან თარგმანს.

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

*A title marked with an asterisk applies to a summary or translation of the preceding article.

74

МАТЕМАТИКА

ИЛЬЯ ВЕКУА

РЕШЕНИЕ ОСНОВНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ $\Delta^{n+1}u=0$

1. Условимся прежде всего о некоторых терминах и обозначениях.

Пусть T —конечная область на плоскости $z=x+iy$, ограниченная простой замкнутой кривой L .

Пусть $\varphi(s)$ —какая-нибудь функция длины дуги s кривой L^1 . Будем говорить, что функция $\varphi(s)$ принадлежит классу H_k , $\varphi(s) \in H_k$ (k —натуральное число или нуль), если производная k -го порядка этой функции удовлетворяет условию Hölder'a.

Пусть $\Phi(z)$ —какая-нибудь функция, голоморфная внутри или вне кривой L [$\Phi(\infty)=0$]. Будем говорить, что $\Phi(z) \in H_k$ -голоморфна соответственно внутри или вне L , если предельные значения этой функции на L принадлежат классу H_k .

Пусть $u(x, y)$ —какая-нибудь непрерывная функция (вообще говоря комплексная) в $T+L$. Будем говорить, что $u(x, y) \in H_k$ -регулярна в области T , если все ее частные производные до k -го порядка удовлетворяют условию Hölder'a в $T+L$.

Рассмотрим уравнение

$$\Delta^{n+1}u \equiv \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right)^{n+1} u = 0, \quad (A)$$

где n —натуральное число или нуль.

Решение уравнения (A) назовем *регулярным* в области T , если оно H_n -регулярно и непрерывно дифференцируемо до $2n+2$ -го порядка в этой области и, кроме того, если функции $\Delta^k u$, $\frac{d\Delta^k u}{d\nu}$ ($k=0, 1, \dots, n$) непрерывны в $T+L$, причем на L $\Delta^k u \in H_{n-k}$ ($k=0, 1, \dots, n$), $\frac{d\Delta^k u}{d\nu} \in H_{n-k-1}$ ($k=0, 1, \dots, n-1$), где ν —нормаль кривой L .

Имеет место следующая важная

Теорема 1. *Всякое регулярное (вещественное) решение $u(x, y)$ уравнения (A) в области T можно представить в виде*

$$u(x, y) = \sum_{k=0}^n |\zeta|^{2k} [\varphi_k(\zeta) + \overline{\varphi_k(\bar{\zeta})}]^2, \quad (B)$$

¹ Длину дуги s будем отсчитывать от произвольно зафиксированной точки на L в положительном направлении, т. е. в направлении, оставляющем область T слева.

² Черта над буквой обозначает переход к сопряженному значению, а $\overline{\overline{\varphi(\zeta)}} = \varphi(\zeta)$.



где $\varphi_k(z)$ ($k=0, 1, \dots, n$)— H_n -голоморфные функции в области T , которые определяются при помощи функции $u(x, y)$ с точностью до аддитивных мнимых постоянных, и наоборот, любой системе H_n -голоморфных функций $\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_n$ в области T при помощи формулы (B) соответствует регулярное решение уравнения (A).

Формулу (B) можно считать известной (см. напр., [1], стр. 197). Здесь докажем только то, что функции $\varphi_k(z)$ ($k=0, 1, \dots, n$) H_n -голоморфны в области T , если $u(x, y)$ —регулярное решение уравнения (A).

Из (B) находим, что в области T $\Delta^n u = n! [(\bar{z}^n \varphi_n)^{(n)} + (z^n \overline{\varphi_n})^{(n)}]$. Отсюда, в силу H_0 -регулярности функции $\Delta^n u$, находим, что $\varphi_n^{(n)}(z)$ H_0 -голоморфна в области T , т. е. функция $\varphi_n(z)$ H_n -голоморфна в этой области. Совершенно также доказывается H_n -голоморфность в области T остальных функций $\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_{n-1}$.

2. В настоящей работе рассматривается следующая (основная)

Краевая задача А. Требуется определить в области T регулярное решение уравнения (A), удовлетворяющее на L условиям

$$u = f_0(s), \quad \frac{du}{dv} = f_1(s), \dots, \quad \frac{d^n u}{dv^n} = f_n(s), \quad (C)$$

где $f_0(s), f_1(s), \dots, f_n(s)$ —заданные функции длины дуги s кривой L , удовлетворяющие условиям: $f_k(s) \in H_{2n-k}$ ($k=0, 1, \dots, n$).

Кроме того, ниже мы будем предполагать, что декартовы координаты точек кривой L , рассмотренные как функции длины дуги s , принадлежат классу H_{2n} .

При $f_0 \equiv f_1 \equiv \dots \equiv f_n \equiv 0$ задачу А назовем однородной и обозначим через A_0 .

Имеет место следующая теорема об единственности решения задачи А:

Теорема 2^a. *Краевая задача А не может иметь более одного решения, т. е. однородная задача A_0 не имеет решения (кроме тривиального $u \equiv 0$).*

Решение задачи А было дано мною в работе [1] при помощи конформного отображения области T на круг. Еще раньше меня эту задачу, в несколько иной постановке, применяя один метод акад. Н. Мухелишвили [2], решил П. Зерагия [3] для областей, отображающихся конформно на круг при помощи рациональных функций.

В настоящей работе, используя один весьма остроумный общий способ акад. Н. Мухелишвили [4] и интегральное представление голоморфных функций, указанное мною в работе [5], я свожу задачу А к интегральным уравнениям Фредгольма, решающим эту задачу полностью.

3. Докажем предварительно одну лемму.

^a Доказательство этой теоремы можно найти в моей работе [1] (стр. 238).

Пусть $u(x, y)$ — какая-нибудь вещественная H_k -регулярная функция в области T (k — натуральное число ≥ 1). Тогда значения комплексных выражений

$$u_{j,l} \equiv \frac{\partial^{j+l} u}{\partial \bar{z}^j \partial z^l} = \frac{1}{2^{j+l}} \left(\frac{\partial}{\partial x} - i \frac{\partial}{\partial y} \right)^j \left(\frac{\partial}{\partial x} + i \frac{\partial}{\partial y} \right)^l u, \\ (j, l = 0, 1, \dots, k; j+l \leq k, u_{0,0} \equiv u),$$

на кривой L , очевидно, связаны соотношениями

$$u'_{j,l} = \bar{z}' u_{j+1,l} + z' u_{j,l+1}, \quad j+l \leq k-1, \quad (1)$$

где $'$ обозначает, как здесь, так и в дальнейшем всюду, производную по дуге s . Из этих соотношений, в частности, легко получаются формулы

$$\operatorname{Re}[(-1)^m \bar{z}'^{2m+1} u_{2m+1,0}] = \frac{1}{2} u'_{m,m} + \sum_{j=1}^m \operatorname{Re}[(-1)^j \bar{z}'^{2j} u'_{m+j,m-j}], \quad (2)$$

$$\operatorname{Im}[(-1)^m \bar{z}'^{2m} u_{2m,0}] = \sum_{j=1}^m \operatorname{Im}[(-1)^j \bar{z}'^{2j-1} u'_{m+j-1,m-j}], \quad (3)$$

где m принимает целые неотрицательные значения до тех пор, пока $2m$ или $2m+1$ не станет равным k .

Допустив $k=n$ и используя формулу

$$\frac{d^l u}{dv^l} = i^l \sum_{j=0}^l (-1)^{l-j} \binom{l}{j} \bar{z}'^{l-2j} u_{l-j,j}, \quad (l=1, \dots, n),$$

из соотношений (1) и краевых условий (С) найдем выражения значений на L всех $u_{j,l}$, при $j+l \leq n$, через функции f_0, f_1, \dots, f_n и их производные; причем, наивысшая производная функции f_k ($k=0, 1, \dots, n$), которая войдет в эти выражения, будет порядка $n-k$. Поэтому, обозначая полученные таким путем значения функций $u_{j,l}$ на L через $P_{j,l}(s)$, мы можем утверждать, что последние функции принадлежат классу H_n , т. е. что $P_{j,l} \in H_n$.

Кроме того, функции $P_{j,l}$, очевидно, удовлетворяют соотношениям (2) и (3), т. е.

$$\operatorname{Re}[(-1)^m \bar{z}'^{2m+1} P_{2m+1,0}] = \frac{1}{2} P'_{m,m} + \sum_{j=1}^m \operatorname{Re}[(-1)^j \bar{z}'^{2j} P'_{m+j,m-j}], \quad (4)$$

$$\operatorname{Im}[(-1)^m \bar{z}'^{2m} P_{2m,0}] = \sum_{j=1}^m \operatorname{Im}[(-1)^j \bar{z}'^{2j-1} P_{m+j-1,m-j}]. \quad (5)$$

Докажем теперь следующую лемму:

Лемма. Пусть $u(x, y)$ — какая-нибудь вещественная H_n -регулярная функция в области T . Тогда, если на L : $u = f_0$, $\bar{z}'^k u_{k,0} = \bar{z}'^k P_{k,0} + \chi_k(\bar{z})$ ($k=1, 2, \dots, n$), где $\chi_k(\bar{z})$ — голоморфные функции в области T , непрерывные в $T+L$ и удовлетворяющие условиям $\operatorname{Re}[\chi_k(0)]^{(1)} = 0$ ($k=1, \dots, n$), то все $\chi_k(\bar{z}) \equiv 0$.

Доказательство. Пусть $\bar{z} = \omega(\zeta)$ — функция, конформно отображающая область T на круг $|\zeta| \leq 1$, причем $\omega(0) = 0$, $\omega'(0) = 1$. При наших

⁽¹⁾ Начало координат мы берем внутри области T .



предположениях, функции $\zeta\omega'(\zeta)/\omega(\zeta)$ и $\chi_k^*(\zeta) = \chi_k[\omega(\zeta)]$ ($k=1, \dots, n$), очевидно, голоморфны внутри круга $|\zeta| \equiv 1$ и непрерывны вплоть до окружности $|\zeta| = 1$. Кроме того, в силу условия леммы

$$\operatorname{Re}[\chi_k^*(0)] = 0 \quad (k=1, \dots, n). \quad (6)$$

При $m=0$ из (2) и (4) получим равенство $\operatorname{Re}[\chi_1(\zeta)\zeta'/\zeta] = 0$ на L , которое после конформного преобразования примет вид:

$$\operatorname{Re}[\chi_1^*(\zeta)i\omega'(\zeta)/\omega(\zeta)] = 0, \text{ т. е. } \chi_1^*(\zeta)\zeta\omega'(\zeta) = c_1\omega(\zeta),$$

где c_1 —вещественная постоянная. Но отсюда, в силу (6), получим $c_1=0$ и, следовательно, $\chi_1(\zeta) \equiv 0$.

Принимая теперь во внимание, что $\chi_1(\zeta) \equiv 0$, из (3) и (5) при $m=1$ легко получаем: $\operatorname{Im}[\chi_2^*(\zeta)\zeta^2\omega'(\zeta)/\omega^2(\zeta)] = 0$. Откуда, в силу (6), опять получаем $\chi_2(\zeta) \equiv 0$. Продолжая аналогичные рассуждения дальше, используя попеременно формулы (2), (4) и (3), (5), получим $\chi_3(\zeta) \equiv 0, \dots, \chi_n(\zeta) \equiv 0$, что и доказывает нашу лемму.

4. Приведем теперь без доказательства некоторые известные свойства интегралов типа Коши. Интеграл типа Коши

$$\Phi(\zeta) = \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{\varphi(t) dt}{t-\zeta},$$

где $\varphi(t)$ —какая-нибудь интегрируемая функция длины дуги s кривой L (s —соответствует точке t), называемая плотностью интеграла типа Коши, изображает функцию, голоморфную как внутри, так и вне L , причем $\Phi(\infty) = 0$.

Если $\varphi(t)$ принадлежит классу H_k (k —нуль или натуральное число), то функция $\Phi(\zeta)$ H_k -голоморфна как внутри, так и вне L . При этом, предельные значения этой функции определяются, как известно, формулами⁽¹⁾

$$\Phi^+(t_0) = \varphi(t_0) + \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{\varphi(t) dt}{t-t_0}, \quad (7)$$

$$\Phi^-(t_0) = -\varphi(t_0) + \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{\varphi(t) dt}{t-t_0}, \quad (8)$$

где интегралы надо брать в смысле главного значения по Коши; эти интегралы также изображают функции, принадлежащие классу H_k .

Пусть φ зависит кроме s также от другой переменной σ . Предположим, что φ как функция σ принадлежит классу H_k , а как функция s —классу H_0 . Тогда функция Φ^+ и Φ^- , а также интеграл, входящий в (7) и (8), будут класса H_k относительно переменной σ и класса H_0 относительно переменной s .

⁽¹⁾ Верхние знаки $+$ и $-$, как здесь, так и в дальнейшем всюду, обозначают предельные значения соответствующей функции на L , соответственно изнутри или извне кривой L .

Имеет также место следующая ([5], стр. 33)

Теорема 3. Если функция $\varphi(\zeta)$ H_k -голоморфна в области T , то существует единственная вещественная функция $\mu(t)$ длины дуги s кривой L , принадлежащая классу H_k , такая, что, с точностью до аддитивной мнимой постоянной, имеет место формула

$$\varphi(\zeta) = \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{\mu(t)}{t-\zeta} dt, \quad \zeta \in T, \quad (9)$$

причем, если $\varphi(\zeta) = ic$ (c — вещ. пост.), то $\mu \equiv 0$.

5. Предварительно несколько видоизменим краевые условия (С), а именно, в дальнейшем будем рассматривать краевые условия в виде

$$u = f_0(s), \quad u_{1,0} = P_{1,0}(s), \dots, \quad u_{n,0} = P_{n,0}(s), \quad (C')$$

которые, как легко доказать, вполне эквивалентны (С).

Пусть задача А имеет решением функцию $u(x, y)$. Тогда, в силу теоремы 1, функция $u(x, y)$ представима в виде (В), причем, входящие в эту формулу функции $\varphi_0, \dots, \varphi_n$ H_n -голоморфны в области T и удовлетворяют краевым условиям (С'), т. е.

$$u \equiv \sum_{k=0}^n |\zeta|^{2k} [\varphi_k(\zeta) + \bar{\varphi}_k(\bar{\zeta})] = f_0(s), \quad (10)$$

$$u_{m,0} \equiv \sum_{k=0}^n \zeta^k \psi_k^{(m)}(\zeta) + \sum_{k=m}^n \frac{k!}{(k-m)!} \bar{\zeta}^{k-m} \bar{\varphi}_k(\bar{\zeta}) = P_{m,0}(s), \quad (11)$$

$$[m = 1, 2, \dots, n; \quad \psi_k = \zeta^k \varphi_k \quad (k = 0, 1, \dots, n)].$$

Разрешая систему (11) относительно функций $\bar{\varphi}_1, \dots, \bar{\varphi}_n$, получим

$$v_m \equiv \zeta^m \bar{\varphi}_m(\bar{\zeta}) + \sum_{k=0}^n \sum_{l=m}^n \frac{(-1)^{l-m}}{(l-m)! m!} \bar{\zeta}^k \zeta^l \psi_k^{(l)}(\zeta) = q_m(s), \quad (m = 1, 2, \dots, n), \quad (12)$$

$$\text{где} \quad v_m \equiv \sum_{l=m}^n \frac{(-1)^{l-m}}{m!(l-m)!} \zeta^l u_{l,0}, \quad q_m \equiv \sum_{l=m}^n \frac{(-1)^{l-m}}{m!(l-m)!} \zeta^l P_{l,0}. \quad (13)$$

Следуя акад. Н. Мусхелишвили [4], умножим обе части (12) на $\frac{1}{2\pi i} \frac{d\zeta}{\zeta - \zeta}$ (ζ — точка вне L) и проинтегрируем по L . Переходя затем к пределу при $\zeta \rightarrow t_0 \in L$, в силу (8), получим

$$\begin{aligned} \Phi_m^-(t_0) \equiv & -\frac{1}{2} t_0^m \bar{\varphi}_m(t_0) + \frac{1}{2\pi i} \int \frac{t^m \bar{\varphi}_m(t) dt}{t-t_0} \\ & + \sum_{k=1}^n \sum_{l=m}^n \frac{(-1)^{l-m}}{(l-m)! m!} \left[-\frac{1}{2} t_0^k t_0^l \psi_k^{(l)}(t_0) + \frac{1}{2\pi i} \int \frac{t^k t^l \psi_k^{(l)}(t) dt}{t-t_0} \right] - F_m^-(t_0) = 0, \quad (14) \\ & (m = 1, 2, \dots, n); \end{aligned}$$

где Φ_m^- и F_m^- обозначают предельные значения интегралов типа Коши с плотностями соответственно $v_m - q_m$ и q_m .

В уравнения (14), очевидно, не входят функция $\varphi_0(z)$ и ее производные, которые при интегрировании исключаются в силу их голоморфности в области T .

Ввиду H_n -голоморфности функций $\psi_k(z)$ ($k=1, \dots, n$) имеют место тождества

$$0 \equiv -\frac{1}{2} t_0^m \bar{\psi}_m(t_0) - \frac{t_0^m}{2\pi i} \int \frac{\bar{\psi}_m(t) dt}{t-t_0} + \sum_{k=1}^n \sum_{l=m}^n \frac{(-1)^{l-m}}{(l-m)! m!} \left[\frac{1}{2} \bar{t}_0^k \psi_k^{(l)}(t_0) - \frac{\bar{t}_0^k}{2\pi i} \int \frac{\psi_k^{(l)}(t) dt}{t-t_0} \right] \quad (m=1, 2, \dots, n). \quad (15)$$

Кроме того, в силу (11), имеем

$$-\Phi_m(0) \equiv -\frac{1}{2\pi i} \int \frac{v_m - q_m}{t} dt = -\frac{1}{2\pi i} \int \bar{\psi}_m(t) t^{m-1} dt - \sum_{k=1}^n \sum_{l=m}^n \frac{(-1)^{l-m}}{m!(l-m)!} \frac{1}{2\pi i} \int \bar{t}_0^k t^{l-1} \psi_k^{(l)}(t) dt + F_m(0) = 0 \quad (m=1, 2, \dots, n). \quad (16)$$

Прибавляя почленно равенства (15) и (16) к соответствующим уравнениям (14) и затем интегрируя по частям выражения, содержащие производные функций ψ_1, \dots, ψ_n , после замены этих функций опять функциями φ_k ($\psi_k = z^k \varphi_k$), получим

$$\Phi_m^-(t_0) - \Phi_m(0) \equiv -|t_0|^{2m} \bar{\varphi}_m(t_0) + \int N_m(t_0, t) \bar{\varphi}_m(t) dt + \sum_{k=1}^n \int N_{m,k}(t_0, t) \varphi_k(t) dt - F_m^+(t_0) = 0, \quad (m=1, 2, \dots, n) \quad (17)$$

где

$$N_{m,k}(t_0, t) = \frac{1}{2\pi i} \sum_{l=m}^n \frac{(-1)^m t^k}{(l-m)! m!} D^{(l)} \left[\frac{\bar{t}_0^k t^l - \bar{t}_0^k t_0^l}{t-t_0} - \bar{t}_0^k t^{l-1} \right], \quad (18)$$

$$N_m(t_0, t) = \frac{\bar{t}_0^m t_0^m}{\pi} \frac{d\vartheta(t_0, t)}{dt} + \frac{\bar{t}_0^m}{2\pi i} \left[\frac{t^m - t_0^m}{t-t_0} - t^{m-1} \right], \quad (19)$$

$$F_m^+(t_0) = F_m(t_0) - F_m(0), \quad (m, k=1, \dots, n)$$

причем $\vartheta(t_0, t)$ — угол между вектором $\vec{t_0 t}$ и осью ox , а D обозначает операцию $\bar{f}(s) \frac{d}{ds}$.

Заменяя в уравнениях (17) функции $\varphi_k(z)$, согласно теореме 3, интегралами типа Коши вида (9) с вещественными плоскостями $\mu_k(t)$ и приравнявая нулю вещественные части полученных уравнений, придем к интегральным уравнениям Фредгольма

$$\Omega_m \equiv \mu_m(s_0) + \sum_{j=1}^m \int_{s_0}^l K_{mj}(s_0, s) \mu_j(s) ds - g_m(s_0) = 0, \quad (m=1, 2, \dots, n) \quad (20)$$

где s_0 и s — дуги, соответствующие точкам t_0 и t , l — длина кривой L ,

$$K_{mj}(s_0, s) = |t_0|^{-2m} \operatorname{Re} \left[-t'(s) N_{mj}(t_0, t) + \frac{t'(s)}{\pi i} \int \frac{N_{mj}(t_0, t_1)}{t_1 - t} dt_1 \right], \text{ при } m \neq j,$$

$$K_{m, m}(s_0, s) = \frac{1}{\pi} \frac{d\vartheta(t_0, t)}{ds} - |t_0|^{-2m} \operatorname{Re} \left[t'(s) N_m(t_0, t) + \frac{t'(s)}{\pi i} \int \frac{N_m(t_0, t_1)}{t_1 - t} dt_1 \right] + |t_0|^{-2m} \operatorname{Re} \left[-t'(s) N_{m, m}(t_0, t) + \frac{t'(s)}{\pi i} \int \frac{N_{m, m}(t_0, t_1)}{t_1 - t} dt_1 \right], \quad (21)$$

$$\Omega_m \equiv -|t_0|^{-2m} \operatorname{Re} [\Phi_m^-(t_0) - \Phi_m(0)], \quad g_m(s_0) = -|t_0|^{-2m} \operatorname{Re} [F_m^*(t_0)]. \quad (22)$$

Приєднаємо к системі (20) ще одне інтегральне рівняння

$$\Omega_0 \equiv \sum_{j=0}^n |t_0|^{2j} \left[\mu_j(s_0) + \frac{1}{\pi} \int_0^t \mu_j(s) d\vartheta(t_0, t) \right] - f_0(s_0) = 0, \quad (23)$$

яке отримується з (10).

Таким чином, ми отримали систему $n+1$ рівнянь Фредгольма для визначення $n+1$ невідомих функцій $\mu_0, \mu_1, \dots, \mu_n$.

6. Доведемо, що система рівнянь (20), (23) завжди розв'язима і що при допомозі її рішення можна отримати рішення краєвої задачі А.

З (18), (19), (21) і (22), в силу властивостей інтегралів типу Коші, позначених в п^о 4, заключаємо: 1) функції $K_{mj}(s_0, s)$ приналежать відносно змінній s_0 класу H_n , а відносно змінній s — класу H_0 , 2) функції $g_m(s_0) \in H_n$. Отже, всяке неперервне рішення (якщо таке існує) системи (20), (23) буде класу H_n . Отже, голоморфні функції $\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_n$, що відповідають рішенню системи (20), (23), згідно з п^о 4, будуть H_n -голоморфними в області T ; рішення $u(x, y)$ рівняння (А), що відповідає цим функціям $\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_n$, буде регулярним в області T . Доведемо, що це рішення задовольняє крайові умови (С).

В силу (20) маємо: $\Phi_m(\zeta) - \Phi_m(0) = ic_m$ ($m=1, 2, \dots, n$; c_m — вещ. пост., ζ — точка вне L). Отже, $\Phi_m(0) = -ic_m$, $\Phi_m(\zeta) \equiv 0$, т. е. $v_m - q_m = \omega_m(\zeta)$ ($m=1, 2, \dots, n$), где $\omega_m(\zeta)$ — предельные значения голоморфных внутри L функций, непрерывных в $T+L$ и удовлетворяющих, как легко видеть в силу (16) и равенств $\Phi_m(0) = -ic_m$, условиям: $\operatorname{Re}[\omega_m(0)] = 0$ ($m=1, \dots, n$). Но тогда, в силу (13) и (23), получим: $u = f_0(s)$, $\zeta^k u_{k, 0} = \zeta^k P_{k, 0}(s) + \chi_k(\zeta)$ на L ($k=1, \dots, n$), где функции $\chi_k(\zeta)$, как легко видеть, удовлетворяют всем условиям леммы, согласно которой и будем иметь: $u = f_0(s)$, $u_{1, 0} = P_{1, 0}(s)$, \dots , $u_{n, 0} = P_{n, 0}(s)$ на L , что и требовалось доказать.

Таким чином, якщо система рівнянь (20) і (23) розв'язима, то розв'язима також задача А. Доведемо тепер розв'язимість системи (20) і (23).

Пуст $u^0(x, y)$ — рішення рівняння (А), що відповідає рішенню $\mu_0^0(s), \mu_1^0(s), \dots, \mu_n^0(s)$ однорідної системи інтегральних рівнянь, що відповідають (20) і (23). Розсуждаючи так же як і вище, при допомозі нашої

леммы легко докажем, что $u^0(x, y)$ — решение задачи A_0 . Но тогда, согласно теореме 2, $u^0(x, y) \equiv 0$ и соответствующие ему голоморфные функции $\varphi_k^0(x)$ ($k=0, 1, \dots, n$), в силу теоремы 1, равны ic_k (c_k — вещ. пост.). Следовательно, в силу теоремы 3, $\mu_k^0 \equiv 0$ ($k=0, 1, \dots, n$), т. е. однородная система уравнений, соответствующая (20) и (23), не имеет решения.

Таким образом, окончательно установлена разрешимость системы (20) и (23).

7. Наконец, отметим, что изложенный выше способ решения краевой задачи A применим также к решению краевой задачи, связанной с уравнением более общего вида

$$\Delta^{n+1}u + a_1(x, y)\Delta^n u + \dots + a_{n+1}(x, y)u = 0,$$

если использовать общее представление всех решений этого уравнения, данное нами в работе [1].

Академия Наук Грузинской ССР
 Тбилисский Математический Институт

(Поступило в редакцию 15.2.1942)

მათემატიკა

ილია ვეკუა

ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნა განტოლებებისათვის

$$\Delta^{n+1}u = 0$$

რეზუმე

შრომაში ამოხსნილია სასაზღვრო ამოცანა აღნიშნული განტოლებებისათვის (C) პირობების დაცვით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის მათემატიკური ინსტიტუტი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. Илья Векуа. Комплексное представление решений... Труды Тбл. Мат. Ин-та, т. VII, 1939, стр. 161—253.
2. N. Muschelišvili. Applications des integrales analogues a celles de Cauchy... Tiflis, 1922.
3. პოლ. ზერაგია. პოლიპარმონიულ განტოლებათა ინტეგრაციის შესახებ. თბილ. მათ. ინსტ. შრომ., ტ. VIII, 1940, გვ. 135—136.
4. Н. Мусхелишвили. Новый общий способ решения основных контурных задач плоской теории упругости. Доклады АН СССР, т. III, № 1, 1934, стр. 7—11.
5. Илья Векуа. Граничные задачи теории линейных эллиптических уравнений... Сообщ. Груз. Филиала АН СССР, т. I, № 1, 1940, стр. 29—34.



ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

А. Я. ГОРГИДЗЕ и А. К. РУХАДЗЕ

О ВТОРИЧНЫХ ЭФФЕКТАХ ПРИ ИЗГИБЕ КРУГОВОГО ЦИЛИНДРА

Сообщение третье¹

В первых двух сообщениях мы свели задачу о вторичных эффектах при изгибе поперечной силой кругового цилиндра к решению трех частных краевых задач и дали решение первых двух.

В настоящем сообщении мы даем решение третьей задачи.

6. Решение третьей задачи. Зададимся следующими напряжениями:

$$\begin{aligned}
 X_z'''' = & \frac{1}{64} [(3+2\sigma)(12\lambda+3\mu+14\mu\sigma)R^2+8(2\lambda+5\mu)l^2+8(q-s)-64r]x^2 \\
 + & \frac{\sigma}{64(1-\sigma)} [(3+2\sigma)(-4\lambda+\mu+22\mu\sigma)R^2+8(2\lambda+\mu)l^2]y^2 - \frac{1}{64} \left[28\lambda-47\mu\sigma \right. \\
 + & \left. 48\mu\sigma^2+28\mu\sigma^3 + \frac{64(1-\sigma)a+128b}{1+\sigma} - \frac{48(\sigma^2-2)A+48B\sigma+4\sigma(2\sigma+1)\mu}{3(1-\sigma^2)} \right. \\
 + & \left. \frac{4}{3R^2}(3q+5s) \right] x^4 - \frac{1}{192} \left[12\lambda+6\mu-55\mu\sigma-188\mu\sigma^2+132\mu\sigma^3 \right. \\
 + & \left. \frac{2\sigma(1+20\sigma-60\sigma^2)\mu}{1-\sigma} + \frac{48A\sigma^2-48B\sigma-4\sigma(2\sigma+1)\mu}{1-\sigma^2} + \frac{4}{R^2}(5q+3s) \right] y^4 \\
 + & \left\{ \frac{\sigma}{16(1-\sigma)} [(3+2\sigma)(2\lambda-\mu-\mu\sigma)R^2-4(2\lambda+3\mu)l^2] + p_0 + \frac{1}{8}(q-s) \right. \\
 - & \left. \frac{1}{32} \left[\frac{\sigma}{1-\sigma} (68\lambda+31\mu-149\mu\sigma+164\mu\sigma^2+84\mu\sigma^3) - \frac{192(b-a\sigma)}{1+\sigma} - 48A \right. \right. \\
 + & \left. \left. \frac{4}{R^2}(q-s) \right] x^2 - \frac{1}{32} \left[12\lambda-\mu+7\mu\sigma+72\mu\sigma^2-132\mu\sigma^3 \right. \right. \\
 - & \left. \left. \frac{48A\sigma^2-48B\sigma-4\sigma(2\sigma+1)\mu}{1-\sigma^2} - \frac{4}{R^2}(5q+3s) \right] y^2 \right\} (l-z)^2 + \frac{1}{4}(\lambda+\mu)(l-z)^4 + \tau_{11}
 \end{aligned}$$

¹ Предыдущие сообщения см. в «Сообщениях АН Грузинской ССР», т. II, № 5, стр. 397-404 и № 6, стр. 491-498.

$$\begin{aligned}
 Y'''' = & \frac{\sigma}{64(1-\sigma)} [(3+2\sigma)(12\lambda+3\mu+14\mu\sigma)R^2+8(2\lambda+5\mu)l^2]x^3 \\
 & + \left[r - \frac{1}{8}(q-s) \right] x^2 + \frac{1}{64} [(3+2\sigma)(-4\lambda+\mu+22\mu\sigma)R^2+8(2\lambda+\mu)l^2] y^2 \\
 & + \frac{1}{192} \left[-92\lambda+26\mu-82\mu\sigma+119\mu\sigma^2+84\mu\sigma^3 - \frac{69\mu\sigma^3}{1-\sigma} + 192b \right. \\
 & \quad \left. + \frac{48\sigma(A-B\sigma)-4\sigma^2(2\sigma+1)\mu}{1-\sigma^2} + \frac{4}{R^2}(3q+5s) \right] x^4 \\
 & + \frac{1}{64} \left[4\lambda-9\mu\sigma-20\mu\sigma^2+44\mu\sigma^3 + \frac{32A\sigma+32(\sigma^2-2)B-3(2\sigma+1)(2-\sigma^2)\mu}{2(1-\sigma^2)} \right. \\
 & \left. + \frac{3}{2R^2}(5q+3s) \right] y^4 + \left\{ \frac{\sigma}{16(1-\sigma)} [(3+2\sigma)(2\lambda-\mu-\mu\sigma)R^2-4(2\lambda+3\mu)l^2] - r \right. \\
 & \quad \left. + \frac{1}{8}(q-s) - \frac{1}{32} [68\lambda+31\mu-149\mu\sigma+164\mu\sigma^2+84\mu\sigma^3+192b \right. \\
 & \quad \left. + \frac{48\sigma(A-B\sigma)-4\sigma^2(2\sigma+1)\mu}{1-\sigma^2} + \frac{4}{R^2}(3q+5s) \right] x^2 + \frac{1}{32} \left[-12\lambda+4\mu+33\mu\sigma \right. \\
 & \quad \left. + 18\mu\sigma^2-132\mu\sigma^3 + \frac{78\mu\sigma^3}{1-\sigma} + 48B - \frac{4}{R^2}(q-s) \right] y^2 \Big\} (l-\zeta)^2 + \frac{1}{4}\lambda(l-\zeta)^4 + \tau_{22},
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z'''' = & \frac{\sigma}{64(1-\sigma)} [(3+2\sigma)(12\lambda+3\mu+14\mu\sigma)R^2+8(2\lambda+5\mu)l^2] x^3 \\
 & - (1+\sigma) \left[p-r + \frac{1}{4}(q-s) \right] x^2 + \frac{\sigma}{64(1-\sigma)} [(3+2\sigma)(-4\lambda+\mu+22\mu\sigma)R^2 \\
 & \quad + 8(2\lambda+\mu)l^2] y^2 + \frac{1}{192} \left[164\lambda+115\mu-101\mu\sigma-210\mu\sigma^2-90\mu\sigma^3 - \frac{6\mu\sigma^4}{1-\sigma} \right. \\
 & \quad \left. + \frac{384(a+b)}{1+\sigma} + \frac{48(3-\sigma^2)A-96B\sigma-8\sigma(2\sigma+1)\mu}{1-\sigma^2} + \frac{16(1+\sigma)(q+s)}{R^2} \right] x^4 \\
 & \quad + \frac{1}{192} \left[36\lambda+3\mu-113\mu\sigma-14\mu\sigma^2+132\mu\sigma^3 - \frac{78\mu\sigma^3}{1-\sigma} \right. \\
 & \quad \left. + \frac{48(3+2\sigma-2\sigma^2)B-48A\sigma^2+4(3+2\sigma-2\sigma^2)(2\sigma+1)\mu}{1-\sigma^2} - \frac{16(1+\sigma)(q+s)}{R^2} \right] y^4 \\
 & + \left\{ \frac{1}{16} [(3+2\sigma)(2\lambda-\mu-\mu\sigma)R^2-4(2\lambda+3\mu)l^2] + \sigma \left[p-r + \frac{1}{4}(q-s) \right] \right\}
 \end{aligned} \tag{33}$$

$$\begin{aligned}
 & -\frac{1}{32} \left[\frac{\sigma}{1-\sigma} (68\lambda + 31\mu - 149\mu\sigma + 164\mu\sigma^2 + 84\mu\sigma^3) + \frac{192(a+b)}{1+\sigma} \right. \\
 & \left. \frac{48(\sigma^2-2)A + 48B\sigma + 4\sigma(2\sigma+1)\mu}{1-\sigma^2} - \frac{16\sigma}{R^2}(q+s) \right] x^2 - \frac{1}{32} \left[12\lambda - 25\mu\sigma \right. \\
 & \left. - 18\mu\sigma^2 + 132\mu\sigma^3 - \frac{78\mu\sigma^3}{1-\sigma} + \frac{48(2-\sigma^2)B - 48A\sigma + 4(2-\sigma^2)(2\sigma+1)\mu}{1-\sigma^2} \right. \\
 & \left. - \frac{16\sigma}{R^2}(q+s) \right] y^2 \left\{ (l-\zeta)^2 + \frac{1}{96} [12\lambda + 27\mu + 67\mu\sigma - 118\mu\sigma^2 + 24\mu\sigma^3 \right. \\
 & \left. + 24(A+B)] (l-\zeta)^4 + \tau_{33} \right\}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X_y''' = & \left[p\sigma + (1-\sigma)r + \frac{1}{8}(q-s)(2\sigma-1) \right] xy + \frac{1}{96} \left[-24\lambda - 3\mu + 80\mu\sigma \right. \\
 & \left. + 206\mu\sigma^2 - 264\mu\sigma^3 + \frac{78\mu\sigma^3}{1-\sigma} + \frac{4(4\sigma-5)q + 4(4\sigma-3)s}{R^2} \right] xy^3 + \frac{1}{96} \left[-24\lambda + 26\mu \right. \\
 & \left. - 160\mu\sigma + 318\mu\sigma^2 + 174\mu\sigma^3 + \frac{6\mu\sigma^4}{1-\sigma} + \frac{192(b-a\sigma)}{1+\sigma} + \frac{4(3-4\sigma)q + 4(5-4\sigma)s}{R^2} \right] x^3 y \\
 & - \frac{1}{32} \left[30\mu + 54\mu\sigma + 394\mu\sigma^2 + 186\mu\sigma^3 + \frac{150\mu\sigma^4}{1-\sigma} + \frac{192(b-a\sigma)}{1+\sigma} \right. \\
 & \left. - \frac{8}{R^2}(q-s) \right] (l-\zeta)^2 xy + \tau_{12},
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X_x''' = & \left\{ \left[p\sigma - (1+\sigma)r + \frac{1}{8}(1+2\sigma)(q-s) \right] x + \frac{1}{32} \left[-\mu + 32\mu\sigma + 90\mu\sigma^2 \right. \right. \\
 & \left. - 264\mu\sigma^3 + \frac{78\mu\sigma^3}{1-\sigma} + \frac{4(4\sigma-3)q + 4(4\sigma-5)s}{R^2} \right] xy^2 + \frac{1}{96} \left[24\lambda - 53\mu - 266\mu\sigma \right. \\
 & \left. - 114\mu\sigma^2 - \frac{6\mu\sigma^3}{1-\sigma} - \frac{192(3b+2a-a\sigma)}{1+\sigma} + \frac{96(\sigma^2-2)A + 96B\sigma + 8\sigma(2\sigma+1)\mu}{1-\sigma^2} \right. \\
 & \left. - \frac{4(3+4\sigma)q + 4(5+4\sigma)s}{R^2} \right] x^3 \left\} (l-\zeta) - \frac{1}{48} \left[12\lambda + 11\mu - 191\mu\sigma - 132\mu\sigma^2 \right. \right. \\
 & \left. \left. + \frac{36\mu\sigma^3}{1-\sigma} + \frac{96(a\sigma-b)}{1+\sigma} - 48A \right] x(l-\zeta)^3 + \tau_{13},
 \end{aligned}$$

$$Y_x''' = \left\{ \left[p\sigma + (1-\sigma)r + \frac{1}{8}(2\sigma-1)(q-s) \right] y + \frac{1}{32} \left[31\mu - 44\mu\sigma + 418\mu\sigma^2 \right. \right.$$



$$\begin{aligned}
 & + 174\mu\sigma^2 + \frac{6\mu\sigma^4}{1-\sigma} + \frac{192(b-a\sigma)}{1+\sigma} + \frac{4(3-4\sigma)q + 4(5-4\sigma)s}{R^2} \Big] x^2 y \\
 & - \frac{1}{96} \left[24\lambda + 3\mu - 86\mu\sigma + 46\mu\sigma^2 - \frac{78\mu\sigma^3}{1-\sigma} - \frac{96A\sigma + 96(\sigma^2-2)B + 8(2\sigma+1)(\sigma^2-2)\mu}{1-\sigma^2} \right. \\
 & \left. - \frac{4(5+4\sigma)q + 4(3+4\sigma)s}{R^2} \right] y^3 \Big\} (l-z) - \frac{1}{96} \left[24\lambda + 14\mu - 142\mu\sigma + 376\mu\sigma^2 \right. \\
 & \left. - \frac{168\mu\sigma^4}{1-\sigma} + \frac{192(b-a\sigma)}{1+\sigma} - 96B \right] y(l-z)^2 + \tau_{23},
 \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{1}{96} \left(-24\lambda^2 + 13\mu + 88\mu\sigma + 88\mu\sigma^2 + 66\mu\sigma^3 - \frac{42\mu\sigma^4}{1-\sigma} \right), \\
 b &= -\frac{1}{96} \left(24\lambda + 11\mu - 88\mu\sigma + 148\mu\sigma^2 + 108\mu\sigma^3 - \frac{30\mu\sigma^4}{1-\sigma} \right), \\
 A &= \frac{1}{48} \left(20\lambda + 46\mu - 221\mu\sigma + 242\mu\sigma^2 - 142\mu\sigma^3 - \frac{(190-196\sigma+6\sigma^2)\mu\sigma^4}{1-\sigma^2} \right), \\
 B &= \frac{1}{48} \left(4\lambda + 15\mu\sigma - 102\mu\sigma^2 + 94\mu\sigma^3 + \frac{(30-244\sigma+118\sigma^2)\mu\sigma^4}{1-\sigma^2} \right), \\
 b &= \frac{(\sigma-2)\mu^2}{4(1-\sigma)} - \frac{3}{2} AR^2 - \frac{6(b-a\sigma)R^2}{1+\sigma} + \frac{R^2}{32} \left(12\lambda - 35\mu\sigma - 198\mu\sigma^2 - 3\mu\sigma^3 + \frac{54\mu\sigma^4}{1-\sigma} \right), \\
 q &= \frac{1}{4} (7\lambda - 6\mu\sigma)R^2 + \frac{3(1-2\sigma^2)AR^2}{2(1-\sigma^2)} + \frac{12(b-a\sigma)R^2}{1+\sigma} + \frac{(12B+2\mu\sigma+\mu)\sigma R^2}{8(1-\sigma^2)} \\
 & \quad + \frac{R^2}{32} \left(-56\lambda + 29\mu + 166\mu\sigma + 720\mu\sigma^2 + 144\mu\sigma^3 + \frac{156\mu\sigma^4}{1-\sigma} \right), \\
 r &= \frac{\mu\sigma^2}{4(1-\sigma)} + \frac{3}{2} BR^2 + \frac{R^2}{32} \left(-12\lambda + 4\mu + 111\mu\sigma - 38\mu\sigma^2 - 132\mu\sigma^3 + \frac{18\mu\sigma^4}{1-\sigma} \right), \\
 s &= \frac{1}{8} (14\lambda - \mu - 14\mu\sigma)R^2 - \frac{3}{2} BR^2 + \frac{\sigma R^2}{8(1-\sigma^2)} (12B\sigma - 12A + 2\mu\sigma^2 + \mu\sigma) \\
 & \quad - \frac{6(2b+b\sigma-a\sigma)R^2}{1+\sigma} - \frac{R^2}{32} \left(56\lambda + 61\mu - 70\mu\sigma + 576\mu\sigma^2 + 216\mu\sigma^3 + \frac{228\mu\sigma^4}{1-\sigma} \right),
 \end{aligned}$$

$\tau_{11}, \tau_{22}, \dots, \tau_{23}$ — искомые функции.

Легко установить, что напряжения (33) будут удовлетворять уравнениям равновесия (13), граничным условиям (14) и условиям совместности (15), если функции $\tau_{11}, \tau_{22}, \dots, \tau_{23}$ удовлетворяют однородным уравнениям

равновесия (21), однородным уравнениям совместимости (22) и следующим условиям на поверхности:

$$\begin{aligned} \tau_{11} \cos \alpha + \tau_{12} \sin \alpha + d_1 \cos \alpha + d_2 \cos 3\alpha + d_3 \cos 5\alpha &= 0, \\ \tau_{21} \cos \alpha + \tau_{22} \sin \alpha + f_1 \sin \alpha + f_2 \sin 3\alpha + f_3 \sin 5\alpha &= 0, \\ \tau_{31} \cos \alpha + \tau_{32} \sin \alpha + (l - \gamma)(h + m \cos 2\alpha + n \cos 4\alpha) - \frac{1}{6}(2\sigma + 1)\mu^2 R \sin^2 \alpha &= 0, \end{aligned} \quad (34)$$

где

$$\begin{aligned} d_1 &= -\frac{1}{4}(\lambda + \mu)l^2 + \frac{1}{32}\left(16\lambda + 15\mu - \frac{3\mu\sigma}{1-\sigma}\right)l^2 R^2 + \frac{1}{16}[\sigma q - (\sigma + 2)s - 4(\sigma + 2)r \\ &\quad + 4\sigma p]R^2 + \frac{R^4}{64(1-\sigma^2)}[4(2\sigma^2 - 5)A + 12B\sigma + \sigma(2\sigma + 1)\mu] \\ &\quad + \frac{R^4}{8(1+\sigma)}[(3\sigma - 5)a - 8b] + \frac{R^4}{768}\left[168\lambda + 101\mu + 428\mu\sigma + 255\mu\sigma^2 - 249\mu\sigma^3 \right. \\ &\quad \left. + \frac{(123\sigma^2 + 186\sigma + 279)\mu\sigma^2}{1-\sigma}\right], \\ d_2 &= \frac{(5-2\sigma)\mu^2 R^2}{32(1-\sigma)} + \frac{R^2}{96}[(9-8\sigma)q + (4\sigma-7)s + 24(\sigma-2)r - 24\sigma p] \\ &\quad + \frac{R^4}{768}(48\lambda + 23\mu + 110\mu\sigma - 95\mu\sigma^2 + 309\mu\sigma^3) + \frac{R^4\mu\sigma}{512}\left(1 + 21\sigma - \frac{39\sigma^2}{1-\sigma}\right) \\ &\quad - \frac{(93 + 101\sigma + \sigma^2)\mu\sigma^2 R^4}{256(1-\sigma)} + \frac{R^4}{768(1-\sigma^2)}[60(\sigma^2 - 2) + 96B\sigma - 36A\sigma^2 \\ &\quad + 8\sigma(2\sigma + 1)\mu] - \frac{[(5-7\sigma)a + 12b]R^4}{16(1+\sigma)}, \\ d_3 &= \frac{(2\sigma-3)(q+s)R^2}{96} - \frac{R^4}{1536}(48\lambda + 32\mu - 337\mu\sigma + 111\mu\sigma^2 + 546\mu\sigma^3) \\ &\quad - \frac{[(1-3\sigma)a + 4b]R^4}{16(1+\sigma)} - \frac{[12A - 12B\sigma - \sigma(2\sigma+1)\mu]R^4}{384(1-\sigma^2)} + \frac{(39-2\sigma)\mu\sigma^3 R^4}{512}, \\ f_1 &= -\frac{1}{4}(l^2 - R^2)\lambda l^2 + \frac{(249q + 175s)R^2}{3072} + \frac{R^2}{96}[24(2-\sigma)r + (6\sigma-7)q + 24\sigma s \\ &\quad + (7-6\sigma)s] + \frac{l^2 R^2}{32}\left(8\lambda + 3\mu + \frac{\mu\sigma}{1-\sigma}\right) + \frac{R^4}{1536}(352\lambda + 126\mu - 347\mu\sigma + 735\mu\sigma^2 \\ &\quad + 564\mu\sigma^3) + \frac{(4\sigma^2 + \sigma - 42)\mu\sigma^2 R^4}{512(1-\sigma)} + \frac{(b - a\sigma)R^4}{4(1+\sigma)} + \frac{1}{8}bR^4 \\ &\quad + \frac{[72A\sigma + 24(2\sigma^2 - 5)B - \sigma^2(2\sigma+1)\mu]R^4}{384(1-\sigma^2)} - \frac{15(2\sigma+1)(2-\sigma^3)\mu R^4}{1024(1-\sigma^2)}, \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 f_2 = & \frac{(2\sigma-1)\mu^2 R^2}{32(1-\sigma)} + \frac{[(256\sigma-473)q+(561-512\sigma)s]R^2}{6144} + \frac{1}{4}[(2-\sigma)r+p\sigma]R^2 \\
 & + \frac{R^4}{3072}(-144\lambda+192\mu-2195\mu\sigma+2137\mu\sigma^2+108\mu\sigma^3) - \frac{7(3-2\sigma)\mu\sigma^2 R^4}{1-\sigma} \\
 & + \frac{(6\sigma-17)\mu\sigma^2 R^4}{512} + \frac{3(b-a\sigma)R^4}{8(1+\sigma)} - \frac{[8A\sigma-8B\sigma^2+40B+\sigma^2(2\sigma+1)\mu]R^4}{256(1-\sigma^2)} \\
 & + \frac{15(2\sigma+1)(2-\sigma^2)\mu R^4}{2048(1-\sigma^2)} + \frac{3}{16}bR^4, \\
 f_3 = & \frac{[(197-128\sigma)q+(195-128\sigma)s]R^2}{6144} + \frac{(A\sigma-B)R^4}{32(1-\sigma^2)} - \frac{(18-\sigma^2)(2\sigma+1)\mu R^4}{6144(1-\sigma^2)} \\
 & + \frac{1}{3072}(-80\lambda+84\mu-589\mu\sigma+283\mu\sigma^2+1092\mu\sigma^3)R^4 - \frac{(75-4\sigma)\mu\sigma^2 R^4}{1024(1-\sigma)} \\
 & + \frac{(b-a\sigma)R^4}{8(1+\sigma)} + \frac{1}{16}bR^4, \\
 h = & \frac{R}{32}[(30\sigma+19)\mu^2+32\sigma(p-r)+8\sigma(q-s)] + \frac{3(a+b)R^2}{2(1+\sigma)} \\
 & + \frac{(\sigma^2+3\sigma-2)(12A+12B+2\mu\sigma+\mu)R^2}{64(1-\sigma^2)} - \frac{\mu R^2}{128}\left(9+80\sigma-190\sigma^2-30\sigma^3-\frac{78\sigma^4}{1-\sigma}\right), \\
 m = & \frac{R}{24}[9\mu^2-24r+3(q-s)-4(1+\sigma)(q+s)] - \frac{R^2}{96}\left(-24\lambda+25\mu+164\mu\sigma\right. \\
 & \left.+34\mu\sigma^2+\frac{42\mu\sigma^3}{1-\sigma}\right) + \frac{(2-\sigma)(12B-12A+2\mu\sigma+\mu)R^2}{24(1-\sigma)}, \\
 n = & \frac{R}{96}[3(2\sigma+1)\mu^2+4(q-s)] - \frac{(3\sigma+1)(12A+12B+2\mu\sigma+\mu)R^2}{96(1-\sigma^2)} \\
 & - \frac{(1-2\sigma)a+3b}{2(1+\sigma)} - \frac{\mu R^2}{384}\left(85+168\sigma+890\sigma^2-54\sigma^3+\frac{90\sigma^4}{1-\sigma}\right).
 \end{aligned}$$

Определение функции τ_{11} , τ_{22} , ..., τ_{22} мы проведем по методу, указанному во втором сообщении (стр. 494-497).

Положим:

$$\begin{aligned}
 \tau_{11} = & \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} - \frac{m}{2R}(x^2-y^2) - \frac{n}{4R^2}(x^3-6x^2y^2+y^4) + \frac{\lambda h}{2\mu(1+\sigma)R}(x^2+y^2), \\
 \tau_{22} = & \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} - \frac{m}{2R}(x^2-y^2) - \frac{n}{4R^2}(x^3-6x^2y^2+y^4) + \frac{(3\lambda+2\mu)h}{2\mu(1+\sigma)R}x^2 + \frac{\lambda h}{2\mu(1+\sigma)R}y^2,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_{33} = & \sigma \Delta \Phi + \frac{m}{R}(x^2 - y^2) + \frac{n}{2R^3}(x^3 - 6x^2y^2 + y^3) - \frac{h}{R}(\zeta - l)^2 \\ & + \frac{(\lambda + 2\mu)h}{2\mu(1 + \sigma)R}(x^2 + y^2) - \frac{(2\lambda + \mu)h}{\mu(3\lambda + 2\mu)R}x^2 - \frac{1}{6}(2\sigma + 1)\mu l^2 \zeta, \quad (35) \\ \tau_{12} = & -\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial y} - \frac{(\lambda + 2\mu)(2\lambda + \mu)h}{\mu(3\lambda + 2\mu)R}xy, \end{aligned}$$

$$\tau_{13} = (\zeta - l) \left[\frac{mx}{R} + \frac{n}{R^3}(x^2 - 3xy^2) \right] + \frac{h}{R}(\zeta - l)x,$$

$$\tau_{23} = (\zeta - l) \left[-\frac{my}{R} + \frac{n}{R^3}(y^2 - 3yx^2) \right] + \frac{1}{6}(2\sigma + 1)\mu l^2 y + \frac{h}{R}(\zeta - l)y,$$

где Φ — бигармоническая функция в рассматриваемой области S , удовлетворяющая следующим условиям на контуре:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi}{\partial x} - i \frac{\partial \Phi}{\partial y} = & \frac{1}{8} \left[-2mR + \frac{(2\lambda + \mu)Rh}{\mu(1 + \sigma)} + 4(d_1 - f_1) \right] Re^{i\alpha} + \frac{1}{4} \left[\frac{(4\lambda + 3\mu)Rh}{3\lambda + 2\mu} \right. \\ & \left. - 2(d_1 + f_1) \right] Re^{-i\alpha} + \frac{1}{24} \left[-nR + \frac{2(2\lambda + \mu)(2\lambda + 3\mu)Rh}{\mu(3\lambda + 2\mu)} + 4(d_2 - f_2) \right] Re^{2i\alpha} \\ & + \frac{1}{24} \left[2mR + \frac{(2\lambda + \mu)Rh}{\mu(1 + \sigma)} - 4(d_2 + f_2) \right] Re^{-2i\alpha} + \frac{1}{10}(d_3 - f_3)Re^{3i\alpha} \\ & + \frac{1}{40} [nR - 4(d_3 + f_3)] Re^{-3i\alpha}. \quad (36) \end{aligned}$$

Вводя комплексную переменную $\zeta = x + iy$ и применяя известный метод академика Н. И. Мусхелишвили [1], получим

$$\begin{aligned} \Phi = & \frac{1}{4} \left[\frac{(4\lambda + 3\mu)Rh}{3\lambda + 2\mu} - 2(d_1 + f_1) \right] (x^2 + y^2) - \frac{1}{4} [mR - d_1 + f_1 - d_2 - f_2] (x^2 - y^2) \\ & + \frac{1}{24R} \left[2m + \frac{(2\lambda + \mu)h}{\mu(1 + \sigma)} - \frac{4(d_2 + f_2)}{R} \right] (x^3 - y^3) - \frac{1}{48R} \left[2n - \frac{(2\lambda + \mu)(\lambda + 2\mu)h}{\mu(3\lambda + 2\mu)} \right. \\ & \left. - \frac{2}{R}(d_2 - f_2 + 3d_3 + 3f_3) \right] (x^3 - 6x^2y^2 + y^3) + \frac{1}{40R^3} \left[n - \frac{4}{R}(d_3 + f_3) \right] (x^3 + y^3)(x^4 \\ & - 6x^2y^2 + y^4) + \frac{1}{60R^3} (d_3 - f_3)(x^6 - 15x^4y^2 + 15x^2y^4 - y^6) + \text{const.} \quad (37) \end{aligned}$$

В заключение заметим, что решение нашей исходной задачи дается в напряжениях следующими формулами:

$$X_x = \tau^2 X'_x + \tau\nu X''_x + \nu^2 X'''_x,$$

$$Y_y = \tau^2 Y'_y + \tau\nu Y''_y + \nu^2 Y'''_y,$$

$$Z_x = -\frac{W(l-z)}{I} x + \tau^2 Z_x + \tau \nu Z_x' + \nu^2 Z_x''',$$

$$X_{y'} = \tau^2 X_{y'} + \tau \nu X_{y'}'' + \nu^2 X_{y'}''', \quad (38)$$

$$X_x = -\mu \tau y \frac{W}{8(1+\sigma)I} [(3+2\sigma)(x^2 - R^2) + (1-2\sigma)y^2] + \tau^2 X_x + \tau \nu X_x' + \nu^2 X_x''',$$

$$Y_x = \mu \tau x - \frac{W(1+2\sigma)}{4(1+\sigma)I} xy + \tau^2 Y_x + \tau \nu Y_x' + \nu^2 Y_x''',$$

где дополнительные напряжения $X_x, \dots, Y_x, X_x', \dots, Y_x', X_x'', \dots, Y_x'''$ определяются формулами (16), (19) и (33).

Отметим, наконец, что на торцевой поверхности $z=l$ напряжения X_x, Y_x, \dots, Y_x , вообще говоря, не будут удовлетворять требуемым условиям. Поэтому, чтобы удовлетворить и этим условиям, следует к полученному решению прибавить решение некоторой задачи Сен-Венана, нейтрализующее лишние напряжения на указанной торцевой поверхности.

Академия Наук Грузинской ССР
 Тбилисский Математический Институт

(Поступило в редакцию 10.2.1942)

დრეკადობის თეორია

ა. გორგილძე და ა. რუხაძე

მეორადი ეფექტების შესახებ წრიული ცილინდრის ლუნვის
 შემთხვევაში. III

რეზუმე

პირველ წერილში (იხ. „საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე“, ტ. II, № 5, გვ. 397—404) ნაჩვენებია იყო, რომ წრიული ცილინდრის განივი ძალით ლუნვის ამოცანის მეორადი ეფექტების ანგარიში დაიყვანება დრეკადობის თეორიის სამ კერძო სახის ამოცანაზე.

მეორე წერილში (იხ. „საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე“, ტ. II, № 6, გვ. 491—498) მოცემული იყო პირველი ორი ამოცანის ამოხსნა.

ამ წერილში მოცემულია მესამე ამოცანის ამოხსნა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის მათემატიკური ინსტიტუტი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые задачи математической теории упругости. Второе издание. 1935.

Н. А. ИЗГАРЫШЕВ, член-корр. АН СССР и Э. С. САРКИСОВ

«ПАРОХРОМОВЫЕ» ПОКРЫТИЯ НА ЖЕЛЕЗЕ И СТАЛИ

До последнего времени для конструирования машин и аппаратов, подвергающихся действию более сильных коррозионных сред и условий, применялись цветные металлы.

Бурный рост заводского строительства и машинного аппаратостроения уже заставил отказаться во многих отраслях от применения цветных металлов, причем они стали заменяться преимущественно высоколегированными нержавеющими сталями.

Однако, большое расширение применения последних все же требует громадных количеств хрома и никеля, а также много других более редких металлов для ряда изделий, особенно для заводской хвмаппаратуры.

Вследствие этого создалась необходимость создавать нержавеющую сталь и высоколегированное железо на самой поверхности защищаемого стального предмета после его изготовления, насыщать легирующим защитным металлом лишь на поверхности, подвергающейся коррозии.

Нахождение таких методов может в 10—100 раз понизить применение дорогих легирующих металлов.

Кроме того, при замене нержавеющей стали простою, сильно облегчается сам процесс изготовления различных предметов аппаратуры, которые затем могут быть сделаны коррозионно-устойчивыми с помощью поверхностной обработки нашим способом, например, с помощью хрома.

Такой метод мы начали разрабатывать с 1937 г. и в настоящее время применяем его для покрытия различных частей аппаратуры и приборов в целях дальнейшего внедрения в соответствующие производства.

Наш метод нанесения защитных покрытий путем взаимного вытеснения хрома из паров солей или, называя условно, «парохромированием», по своей основной идее радикально отличается от всех других методов получения хромовых покрытий, будучи основан на применении реакции взаимного вытеснения металлов.

Выделение хрома на защищаемом предмете совершается за счет реакции обменного разложения, практически почти не меняя размеров предмета.

Хром проникает в недра металла на большую или меньшую глубину, и в зависимости от условий обработки образует на поверхности высоко-



хромистые «нержавеющие» сплавы, неразрывно связанные с основным металлом. Общее техникоэкономическое значение способа заключается в том, что при его применении создается возможность для целого ряда деталей аппаратуры и машин отказаться от применения не только цветных металлов, но и «нержавеющих» железных сплавов, заменив их обычными сталями и железом, защищенными с поверхности.

Всепроникающие пары легко выделяют защитный металл в углублениях во внутренних полостях и в трещинах.

К главнейшим выводам из наших работ относятся следующие: изменяя температуру от 850° до 1100° и время от 4—6 часов, можно получать высокохромистые сплавы на глубину от 0,05 мм до 0,27 мм; причем содержание хрома на поверхности покрытия достигает 100% , постепенно снижаясь по направлению вглубь железа.

Наши «парохромовые» покрытия весьма стойки в насыщенной водяными парами атмосфере, даже в присутствии 30% сероводорода или сернистого газа или углекислого газа, весьма стойки в крепкой азотной кислоте, в растворах поваренной соли, в разбавленной серной кислоте и довольно стойки в среде горячих топочных газов [1—3].

При соблюдении определенных условий опыта «парохромовые» покрытия приобретают большую стойкость также в отношении механического износа.

Получение покрытий может происходить из уже готовых хлоридов, а также из хлоридов, получаемых при процессе покрытия действием сухого хлористого водорода на размельченный хром.

Металлографическим исследованием было установлено, что защитный диффузионный слой, образующийся после «парохромирования» стали, представляет собою твердый раствор Fe—Cr. Высокая сцепляемость с основным металлом такого покрытия определяется его диффузностью и не ухудшается промежуточным слоем (эвтектондом), связывающим твердый раствор Fe—Cr с пограничными кристаллами сердцевины стали [4].

Более детальное исследование этого слоя показало, что чем выше содержание углерода в стали, тем более увеличивается толщина промежуточного слоя с одновременным уменьшением толщины внешнего слоя. В то время как промежуточный слой не обнаруживается после травления «парохромированного» железа, в котором углерод не превышает $0,08\%$, в стали, содержащей $0,5\%$ углерода, этот слой достигает уже заметной толщины.

При значительном увеличении структуры последнего слоя особенно наглядно можно видеть, как глубоко распространяется промежуточный слой по границам зерен твердого раствора и основного металла (см. рис. на стр. 231). Таким образом, содержание углерода в стали, благодаря его диффузии при высокой температуре, в значительной степени определяет строение «парохромового» покрытия на стали.

При травлении промежуточного слоя реактивом Murakami выявилось, что в этом слое помимо цементита присутствуют также зерна карбида хрома. Это обстоятельство объясняется тем, что при диффузии хрома с поверхности и углерода из толщи металла на некотором расстоянии от поверхности происходит встреча обоих элементов, приводящая к образованию карбидов хрома. При этом оказалось, что диффузию углерода в случае получения «парохромовых» покрытий на высокоуглеродистых сталях можно значительно замедлить, если в этой стали помимо углерода присутствуют в небольших количествах и другие легирующие элементы (Gr, Mn и др.).



Микроструктура поперечного шлифа «парохромового» покрытия на стали, содержащей 0,5% углерода.

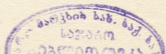
Увел. 540.

Так, например, при образовании «парохромового» покрытия на высокоуглеродистой стали ($C=0,68\%$), содержащей хром в количестве $3,35\%$, нам удалось устранить возникновение промежуточного слоя и обезуглероживание сердцевины образца.

Дополнительное исследование поверхности «парохромовых» покрытий, образующихся на предварительно отполированных образцах стали, с помощью микроскопа, показало полное отсутствие характерных волокнистых трещин (вид сетки), обычно присущих электролитическим хромовым осадкам. Точно также на поверхности не наблюдались отдельные отверстия и поры.

Определение пористости «парохромовых» покрытий, образующихся на отполированных образцах железа или стали, выделением меди по способу Бэкера и Ренте [5] и реактивом Уокера, дали весьма положительные результаты. А именно, на поверхности покрытия не наблюдалось появления пор.

В случае же, когда образцы железа и стали не подвергались никакой предварительной полировке, в зависимости от механической подготовки самого образца можно было наблюдать появление некоторого числа пор





საქართველოს
საბუნებისმეტყველო
მეცნიერებათა
აკადემია

путем соответствующей окраски. Однако, и в этих случаях число пор не превышало, в худшем случае, двух пор на квадратный сантиметр поверхности покрытия.

Для большей наглядности приводим таблицу, в которой помещены данные о «пористости» для неотполированных образцов стали.

Количество пор, приходящихся на одинаковую поверхность (4 см²) «парохромовых» покрытий, полученных на различных не отшлифованных образцах стали

№№ образцов	Число пор	Поверхность покрытия в см ² , приходящаяся на одну пору
1	8	0,5
2	2	2,0
3	3	1,3
4	2	2,0
5	4	1,0
6	1	4,0
7	3	1,3
8	7	0,6
9	2	2,0
10	1	4,0

Происхождение того, что мы назвали «порами» в «парохромовых» покрытиях естественно не имеет ничего общего с происхождением их при получении электролитических хромовых покрытий.

В наших покрытиях обнаруживание незначительного числа пор является следствием имеющихся микроуглублений (дефектов) на поверхности образцов стали. Естественно, что даже пары хлористого хрома испытывают известные затруднения при проникновении в эти ничтожные углубления, в результате чего создаются точки, менее богатые хромом, менее однородные, а потому и более склонные к коррозии, чем другие участки поверхности. От дефектов такого рода, по существу незначительных, можно избавиться предварительной шлифовкой и полировкой, если «парохромование» предназначается для защиты от особенно агрессивных сред.

Академия Наук СССР

Коллоидно-электрохимический Институт
Москва

(Поступило в редакцию 12.2.1942)

შენიშვნა

სსრკ მეცნ. აკად. წევრ-კორესპონდენტი ნ. იზგარისონი და ე. სარკისონი
დამცველი შრომების მიღება რკინა და ფოლადზე ქრომის
ქლორიდის ორთქლიდან

რეზიუმე

ჩვენი მეთოდი ქრომის დამცველი შრეების მიღებისა, რომელიც დამყარებულია ლითონთა ურთიერთ გამოძევების რეაქციაზე მათი მარილების ორთქ-

ლიდან, თავისი ძირითადი იდეით რადიკალურად განსხვავდება ყველა სხვა მეთოდისაგან.

ჩვენი მეთოდით რკინა და ფოლადზე მიღებული ქრომის შრეები, რომლებიც უმთავრესად შედგებიან $Fe-Cr$ მყარი ხსნარისგან, დიდ სიმტკიცეს იწინენ სხვადასხვა აგრესიულ ქიმიურ არეებში. ჩვენ მიერ გამოკვლეულია, რომ ნახშირბადის რაოდენობა ფოლადში, დიფუზიის მოვლენით (მაღალი ტემპერატურისას), უარყოფით გავლენას ახდენს მიღებული შრის ანტიკოროზიულ თვისებაზე—ქრომის კარბიდის წარმოქმნის გამო, ამასთანავე, დადგენილია ის ფაქტი, რომ შესაძლებელია ნახშირბადის დიფუზიის შესამჩნევი დაყოვნება, თუ რომ ფოლადში, ნახშირბადის გარდა, მცირე რაოდენობით იმყოფებიან სხვადასხვა ელემენტები (Cr , Mn და სხვა).

ქრომის შრის ზედაპირის დამატებითმა გამოკვლევამ დაგვანახვა დამახასიათებელი ბოკოს მსგავსი ნასკდომების სრული უქონლობა, რომლებიც, ჩვეულებრივ, ელექტროლიტურ ქრომიან ზედაპირებს თანდართული აქვთ.

სსრკ მეცნიერებათა აკადემიის
 კოლოიდო-ელექტროქიმიის ინსტიტუტი
 მოსკოვი

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. Н. А. Изгарышев и Э. С. Саркисов. Доклады АН СССР, XVIII, № 7, 1938; Ж. О. Х., 8, в. 9, 1938.
2. Э. С. Саркисов. Доклады АН СССР, XXII, № 6, 1939.
3. Н. А. Изгарышев. Металлург, № 2, 1941.
4. Э. С. Саркисов. Труды второй конференции по коррозии металлов, т. I, 1940, стр. 161.
5. Baker and Rente. Trans. Am. Electrochem. Soc. 54, 337, 1928.

დ. ერისთავი და დ. ბარნაბიშვილი

შავი ჰვის მაღანში სამვალენტოვანი მანგანუმის ბანსაზღვრა

მანგანუმის ნაერთების და მადნების ჟანგვა-აღდგენითი უნარიანობა, მთლიანად დამოკიდებულია ძირითადი ლითონის—მანგანუმის ვალენტობის ხარისხზე და მის დინამიურობაზე [1].

მანგანუმის ბუნებრივი ნაერთები, რომლებშიაც შემჩნეულია სხვადასხვა ხარისხის ვალენტობის მანგანუმის ერთდროული არსებობა, საკმარისად არ არის შესწავლილი; მათი ანალიზი დიდ სიძნელეს წარმოადგენს.

მანგანუმის მადნის საპასპორტო ანალიზის დროს შემდეგნაირად იქცევიან: მოცულობითი-ანალიზური მეთოდით საზღვრავენ მანგანუმის საერთო შემცველობას და აქტიურ ჟანგბადს. ანალიზის დროს ვალენტობა და მანგანუმის იონის ტიპი რჩება შეუსწავლელი. მადნის ანალიზის შედეგი, მიუხედავად იმისა, რომ მანგანუმის ვალენტობა არ ვიცით, გაანგარიშების საფუძველზე გამოიხატება Mn , MnO და MnO_2 სახით.

მადანი, რომელიც შეიცავს რამდენიმე ხარისხის ვალენტობის მანგანუმს, აუცილებლად საჭიროებს რაციონალურ ანალიზს, რომლის გარეშე ლიტერატურაში მოცემული მანგანუმის მინერალების ფორმულის სიზუსტე გამართლებას მოკლებულია¹.

ერთ-ერთი ასეთი გამოკვლევა, რომელიც მიზნად ისახავდა მანგანუმის სხვადასხვა ბუნებრივ ჟანგულების (მათი ერთად არსებობის დროს) რაციონალური ანალიზის მეთოდის მოცემას, წარმოადგენს მეიერისა და კანტერის მუშაობა [2].

აღნიშნულ მუშაობას ახასიათებს ნაკლოვანებანი სიზუსტის მხრივ, რამაც გამოიწვია სამართლიანი წინააღმდეგობა ჯერ დიტცის [3] და შემდეგ ა. ზანკოს და ვ. სტეფანოვსკის მიერ [4].

თავის მხრით ა. ზანკო და სტეფანოვსკი ცდილობენ მოგვეცენ მანგანუმის მადნის რაციონალური ანალიზის მეთოდი, პრინციპულად აღნიშნული მეთოდი შემდეგში მდგომარეობს: მადნის წონაკი მუშავდება ამონიუმის მარილების ხსნარით და ამონიაკით Mn^{++} და Fe^{++} არსებული შენაერთების გამოსაყოფად და განსაზღვრისათვის. ხსნარის გაფილტვრის შემდეგ, ნალექი მუშავდება $H_2SO_4 + HF$ ნარევით სამვალენტოვან მანგანუმის პოტენციომეტრიული მეთოდით [5] გან-

¹ შავი ჰვის მადნის გეოქიმიური დახასიათებისათვის ძირითადი მეტალის ვალენტობის ხარისხის განსაზღვრას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს.

საზღვრის მიზნით. ნალექში Mn^{+++} გაფილტვრის შემდეგ, საზღვრავენ ოთხ-ვალენტოვან მანგანუმს. მიღებული შედეგების კონტროლს წარმოადგენს მანგანუმის საერთო შემცველობის და აქტიური ქანგბადის განსაზღვრა.

თვით მეთოდის აღწერილობა გვიჩვენებს, რომ ანალიზის ჩატარება წარმოადგენს სირთულეს და ხანგრძლივ დროს მოითხოვს, ეს უფრო ნათელი ხდება იმათთვის, ვისაც აღნიშნული მეთოდი პრაქტიკაში გამოუყენებია.

ზემოაღნიშნულმა სირთულემ გვაიძულა მოგვენახა სხვადასხვა ხარისხის ვალენტობის მანგანუმის განსაზღვრისათვის ისეთი მარტივი და ჩქარი ანალიზის მეთოდი, რომლის განსაზღვრის სიზუსტე საქარხნო კონტროლის თვალსაზრისით იქნებოდა უზრუნველყოფილი.

უპირველეს ყოვლისა ჩვენ გადავწყვიტეთ შეგვემოწმებინა, დაგვეზუსტებინა და შესაძლებლობის ფარგლებში გაგვემარტივებინა სამვალენტოვან მანგანუმის განსაზღვრის მეთოდი.

ცნობილია, რომ მანგანუმი ჰქმნის სამვალენტოვანი მანგანუმის არა მდეგ იონს, თუმცა სმიტის [6], კელეის [7], ლანგეს და კორცის [8] მუშაობებმა გვიჩვენეს, რომ შეიძლება Mn^{+++} იონის სტაბილიზირება; სტაბილიზატორებს წარმოადგენენ HNO_3 ან H_2PO_4 , და ან HF და მისი მარილები.

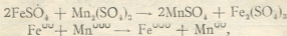
ფტორის მჟავა¹ და მისი მარილები, რომლებიც სტაბილიზატორის როლში გამოდიან, ჰქმნიან სამვალენტოვანი მანგანუმის კომპლექს იონებს. ჩვენს მუშაობაში სამვალენტოვანი მანგანუმის სტაბილიზატორად ვიყენებდით HF და ნატრიუმის ფტორიდს. დასაწყისში ცდებს ვაყენებდით ხელოვნურად მომზადებულ Mn_2O_3 ქანგულს.

Mn_2O_3 -ის მოსამზადებლად, მანგანუმის ორქანგს ვახურებდით $\sim 1000^\circ$ მუფელის ლუმელში (ვახურებას ვაწარმოებდით არა ნაკლებ 3 საათისა). მიღებულ Mn_2O_3 განსაზღვრულ წონაქს ვხსნიდით H_2SO_4 და HF -ში, NaF -ის თანასწრებით. ვახსნას ვაწარმოებდით პლატინის ჯაშში, რომელიც მოთავსებული იყო წყლის აბაზანაზე. ხსნარს ვაცხელებდით 80° -მდე. ამ პირობებში ნალექი მთლიანად იხსნებოდა, ხსნარს ჰქონდა ჟოლოს ფერი. შემდეგ ხსნარი გადაგვქონდა ქიმიურ ჭიქაში (მინა დაფარული იყო პარაფინით, რათა არ მომხდარიყო მისი ამოჰმა) და ვტიტრავდით პოტენციომეტრიულად $FeSO_4$ -ის ტიტროვანი ხსნარით, ტიტრაციას ვაწარმოებდით ოთახის ტემპერატურაზე.

პოტენციომეტრიული ტიტრაციის დროს სტანდარტულ ნახევარელემენტად ვხმარობდით კალომელის ელექტროდს, ინდიკატორულ ელექტროდად კი პლატინის ფირფიტას.

რეაქტია Fe^{++} და Mn^{+++} იონებს შორის მიმდინარეობს შემდეგი ფარდობით:

¹ ზანკო და სტეფანოვსკი ფტორის მჟავას აწერენ H_2F_2 ფორმულას, რის დროსაც არ მოჰყავთ არავითარი მითითებანი წყლიან ხსნარში H_2F_2 მოლეკულის არსებობის შესახებ. წყალში სუსტად დისოცირებული ფტორის მჟავას ($HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$), როგორც დამტკიცებელია, აქვს ფორმულა HF . ფტორის მჟავას დისოციაციის კონსტანტი 10° დროს უდრის $9,46 \cdot 10^{-4}$.



ე. ი. პოტენციომეტრიული გზით ვსაზღვრავდით Ex სიდიდის იმ ცვლილებას, რომელსაც ვამჩნევდით რეაქციის ეკვივალენტური წერტილის წინ და მაშინვე მის შემდეგ. პოტენციოლის ნახტომი ხდებოდა ორვალენტოვან რკინის იონების ხარჯზე, რომლებიც არ იყანგებოდნენ Fe^{3+} , ე. ი. როდესაც სამვალენტოვანი მანგანუმი მთლიანად გადადიოდა ორვალენტოვანად და FeSO_4 -ის ზედმეტად მიმატებული რაოდენობა რჩებოდა დაუყვანავი. სწორედ ეს ორვალენტოვანი რკინის ჰარბი იონები იძლეოდნენ ტიტრაციის მრუდის გადახრის წერტილს (ნახტომს).

ცდა 1. Mn_2O_3 წონა = 0,06 გრამს. პოტენციომეტრიული ტიტრაციის შედეგები მოყვანილია 1-ლ ცხრილში.

ცხრილი 1

FeSO_4 მიმატებული რაოდენობა მლ	Ex	$\frac{\Delta E}{\Delta C}$	FeSO_4 მიმატებული რაოდენობა მლ	Ex	$\frac{\Delta E}{\Delta C}$
2	0,9292	—	4,9	0,74538	0,1313
3	0,92516	0,00404	5,1	0,40198	1,7170
3,5	0,89284	0,06464	5,3	0,3939	0,5404
4,0	0,88678	0,01215	5,7	0,37774	0,0808
4,5	0,8383	0,09696	6,7	0,03434	0,03434
4,7	0,77164	0,3333			

როგორც ცხრილიდან ჩანს, უდიდესი ნახტომი ხდება 4,9 და 5,1 მლ

$$\frac{0,74538 - 0,40198}{0,2} = 1,7170.$$

შორის

$$0,2$$

მაშასადამე, ეკვივალენტური წერტილი შეესაბამება 5 მლ., აქედან Mn^{3+} რაოდენობა = 44,22%.

ცდა 2. Mn_2O_3 წონა = 0,04 გრამს. პოტენციომეტრიული ტიტრაციის შედეგები მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

FeSO_4 მიმატებული რაოდენობა მლ	Ex	$\frac{\Delta E}{\Delta C}$	FeSO_4 მიმატებული რაოდენობა მლ	Ex	$\frac{\Delta E}{\Delta C}$
2,5	0,83160	—	3,3	0,5544	2,1978
2,7	0,82170	0,0496	3,4	0,51678	0,3762
2,9	0,81576	0,0297	3,5	0,49896	0,1782
3,0	0,79596	0,1980	3,6	0,49104	0,0792
3,1	0,79408	0,1188	3,7	0,47916	0,1188
3,2	0,77418	0,099			



როგორც ცხრილიდან ჩანს უდიდესი ნახტომი ხდება 3,2 და 3,3 მლ

$$\frac{0,77418 - 0,5544}{0,1} = 2,1978.$$

მაშასადამე, ეკვივალენტური წერტილი შეესაბამება 2,25 მლ, აქედან Mn^{+++} რაოდენობა = 44,65%.

აღნიშნული ხერხით ჩატარებული იყო Mn_2O_4 -ში სამვალენტოვანი მანგანუმის განსაზღვრის მრავალი ცდა, რომლის შედეგი მოგვყავს მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

ცდების №№	Mn^{+++} რაოდენობა პროცენტებში
1	44,22
2	44,65
3	44,67
4	45,57
5	44,65
6	44,93

ამ სერიის ცდების განსჯის დროს უნდა აღინიშნოს შემდეგი: ცნობილია, რომ Mn_2O_4 ჟანგეულები წარმოადგენენ ქიმიურ შენაერთს (და არა MnO_2 და MnO ნარევს) შემდეგი სტრუქტურული შემადგენლობით:



რომელშიაც სამვალენტოვანი მანგანუმის თეორიული შემადგენლობა უდრის 48,02%. ჩვენს ცდებში (იხ. მე-3 ცხრილი) Mn_2O_4 -ში სამვალენტოვანი მანგანუმის შეცულობას შემცირებულს ვღებულობთ, დაახლოებით — 44,5%/ს. ამ განსხვავების მიზეზი რომ გამოჩვენებული ყოფილიყო, ჩავატარეთ Mn_2O_4 -ის ჩვეულებრივი ანალიზი. ჩვენ მიერ მიღებული ჟანგეულის ანალიზს ვაწარმოებდით შემდგენიარად: მანგანუმის საერთო შემცველობას ესაზღვრავდით ფოლგარდ ფიშერის, აქტიურ ჟანგბადს კი რუბის წესით.

Mn_2O_4 ანალიზის შედეგები შევადარეთ თეორიულ მონაცემებს. მე-4 ცხრილში მოცემულია ანალიზის შედეგები.

ცხრილი 4

ჟანგეულის დასახელება	მანგანუმის საერთო შემცველობის შეფარდება აქტიურ ჟანგბადთან	
	თეორიული	ჩვენ მიერ მიღებული
Mn_2O_4	10,35	9,527

მე-4 ცხრილიდან ჩანს, რომ MnO_2 -დან Mn_2O_4 ჟანგეულის მიღების დროს მთელი რაოდენობი ჟანგეულისა არ გადადის Mn_2O_4 -ში. ამით აიხსნება ჩვენს ცდებში Mn_2O_4 -ში სამვალენტოვანი მანგანუმის შემადგენლობის შემცირებული შედეგი.

ცნობილია, რომ 500—900° ტემპერატურის ინტერვალში MnO_2 დისოციაციის შედეგად საბოლოო პროდუქტის სახით ვღებულობთ Mn_2O_3 ; 900—1000° სხვა სახის ჟანგეულს, სახელდობრ, Mn_2O_4 -ს; მოცემულ ინტერვალთა ფარგლებში ტემპერატურის ზრდა მხოლოდ აჩქარებს დისოციაციის პროცესს.

პირველი სერიის ცდების შემდეგ Mn_2O_4 მოსამზადებლად შემდეგნაირად მოვიქცით: საწყისი პროდუქტი „კალბაუმის“ მანგანუმის ორქანგი ვავახურეთ მუფელის ლუმელში ნაცვლად 1000° -სა 1100° -მდე სამი საათის განმავლობაში მუდმივ წონამდე მიყვანით. მიღებული პროდუქტის—მანგანუმის საერთო შემცველობის და აქტიური ჟანგბადის განსაზღვრამ შემდეგი სურათი მოგვცა.

ცხრილი 5

ჟანგულის დასახელება	მანგანუმის საერთო შემცველობის შეფარდება აქტიურ ჟანგბადთან	
	თეორიული	ჩვენ მიერ მიღებული
Mn_2O_4	10,35	10,07

მე-5 ცხრილის შედეგებიდან ჩანს, რომ ჩვენ მიერ მიღებული ჟანგული Mn_2O_4 თავის შემადგენლობით ძალიან ახლოსაა თეორიულთან.

Mn_2O_4 -ში სამვალენტოვანი მანგანუმის იონის პოტენციომეტრიული ტიტრაციის გზით განსაზღვრის შედეგი მოგვყავს მე-6 ცხრილში.

ცხრილი 6

$FeSO_4$ მიმატებული რაოდენობა მლ	E_x	$\frac{\Delta E}{\Delta C}$	$FeSO_4$ მიმატებული რაოდენობა მლ	E_x	$\frac{\Delta E}{\Delta C}$
6,8	0,746	0,03	7,4	0,704	0,06
6,9	0,742	0,04	7,5	0,684	0,20
7,0	0,740	0,02	7,6	0,498	1,86
7,1	0,728	0,12	7,7	0,460	0,38
7,2	0,720	0,08	7,8	0,434	0,26
7,3	0,710	0,10			

როგორც ცხრილიდან ჩანს, უდიდესი ნახტომი ხდება 7,5 და 7,6 მლ შორის $\frac{0,684 - 0,498}{0,1} = 1,86$.

მაშასადამე, ეკვივალენტური წერტილი შეესაბამება 7,55 მლ.

აქედან Mn^{III} რაოდენობა = 47,97%. ამრიგად, ჩვენ მიერ მიღებული პროდუქტი სრულად უბასუხებს Mn_2O_4 -ის სახის ჟანგულს, თითქმის თეორიული სამვალენტოვანი მანგანუმის შემცველობით.

შემდეგი ცდები ჩვენ მიერ ჩატარებულ იქნა HF -ის როლის გამოსარკვევად—ჟანგულის გახსნის პროცესში და სამვალენტოვან მანგანუმის კომპლექსის წარმოშობის დროს.

მრავალრიცხოვანმა ცდებმა გვიჩვენეს, რომ ჟანგულის გახსნის დროს შეიძლება არ იქნეს დამატებული HF, გახსნა კი შეიძლება ჩავატაროთ გოგირდის მჟავაში NaF-ის თანასწრებით.

მანგანუმის შლამში სამვალენტოვანი მანგანუმის განსაზღვრის ცდებმა, რომელშიც იმყოფებოდა $Mn=24,10\%$, $MnO=3,9\%$, $MnO_2=33,40\%$ (ჩვეულებრივი ქიმიური ანალიზის შედეგები) მოგვცა საშუალოდ $Mn^{III}=6,2\%$; შლამმა შემადგენლობით $Mn=21,38\%$, $MnO_2=30,71\%$, $MnO=2,55\%$, მოგვცა საშუალოდ $Mn^{III}=8,45\%$.

შავი ქვა № 16, რომელიც შეიცავს $Mn=45,10\%$, $MnO=28,08\%$, $MnO_2=36,93\%$, მოგვცა საშუალოდ $Mn^{III}=35,84\%$.

შავი ქვა № 17, რომელიც შეიცავს $Mn=40,89\%$, $MnO=24,0\%$, $MnO_2=35,34\%$, მოგვცა საშუალოდ $Mn^{III}=37\%$.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ სამვალენტოვანი მანგანუმის პოტენციომეტრიული ტიტრაციის ჩატარება ხდება მკაფიოდ, რადგანაც ეკვივალენტურ წერტილთან ახლოს, პოტენციალი იძლევა უდიდეს, მკაფიოდ გამოხატულ ნახტომს.

იმისდა მიუხედავად, რომ ჩვენ მიერ დაზუსტებული პოტენციომეტრიული ტიტრაციის გზით სამვალენტოვანი მანგანუმის განსაზღვრის მეთოდი საკმაოდ კარგ შედეგებს იძლევა, მოითხოვს თითო განსაზღვრისათვის 3-4 საათს. ქარხნული ლაბორატორიებისათვის რთულ პოტენციომეტრიულ დანადგარს, და მასზე მომუშავის მაღალ კვალიფიკაციას. ზემოთ მოყვანილის საფუძველზე ჩვენ გადავწყვიტეთ სამვალენტოვანი მანგანუმის იონების პოტენციომეტრიული ტიტრაცია შეგვეცვალა სწრაფად შესასრულებელი ჩვეულებრივი მოცულობითი ტიტრაციით.

ამ მიზნით Mn_2O_4 ჟანგულის განსაზღვრული წონაკი გავხსენით $H_2SO_4 + NaF$, მივუმატეთ ინდიკატორი $K_3Fe(CN)_6$ და ვტიტრეთ $FeSO_4$ -ით. ეკვივალენტურ წერტილში მივიღეთ ხსნარის ლურჯი ინტენსიური შეფერვა.

ინდიკატორად¹ შეიძლება წარმატებით იქნეს ხმარებული aa' დიპირიდლი, რომელიც ორვალენტოვანი რკინის იონებთან (Fe^{II} თანასწრებით) მთავე არეში იძლევა წითელ შეფერვას [9].

ამრიგად ჩატარებულმა მრავალრიცხოვანმა ცდებმა, როგორც ხელოვნურ Mn_2O_4 -ში, ისე ბუნებრივ ქიათურის შავი ქვის და მანგანუმის შლამში, სამვალენტოვანი მანგანუმის განსაზღვრის დროს მოგვცა კარგი შედეგი.

ერთი განსაზღვრის ხანგრძლიობა $1-1\frac{1}{2}$ საათამდე, ნიმუშის გახსნის ჩათვლით.

ტიტრაციის სიზუსტე $\pm 0,6\%$.

¹ უნდა აღინიშნოს, რომ ჟანგვა-აღდგენითი ინდიკატორ დიფენილჰიპინის ხმარების დროს შედეგი არადამაკმაყოფილებელი მივიღეთ.

დასკვნები

1. მანგანუმის ორქანგის გახურებით 1100°-ზე, სამი საათის განმავლობაში მუდმივ წონის მიყვანამდე, მიიღება სამვალენტოვანი მანგანუმის თეორიული შემცველობის Mn_2O_3 .
2. დამტკიცებულია სამვალენტოვანი მანგანუმის იონების განსაზღვრის პრინციპული შესაძლებლობა, კომპლექს წარმოშობად (სტაბილიზატორად) ნატრიუმის ან კალიუმის ფტორიდის გამოყენებით (HF -ის დამატებას ვთვლით ზედმეტად).
3. ქიათურის საბადოს შავი ქვის მადანში და მანგანუმის შლამში ჩვენ მიერ პირველად დადგენილია სამვალენტოვანი მანგანუმის არსებობა.
4. უფრო მიზანშეწონილად ვთვლით ქარხნულ ლაბორატორიულ პირობებისათვის რთული ტექნიკა სამვალენტოვანი მანგანუმის პოტენციომეტრიული ტიტრაციისა $FeSO_4$ ხსნარით შეცვლილ იქნეს ჩვეულებრივი ტიტრაციით ინდიკატორ $K_2Fe(CN)_6$ ან $\alpha\alpha'$ დიპირიდლის ხმარებით.
5. ჟანგეულებში, სამვალენტოვანი მანგანუმის განსაზღვრის დროს კონტროლს წარმოადგენს საერთო მანგანუმის შემცველობის შეფარდება აქტიურ ჟანგბადთან.
6. წინამდებარე შრომა წარმოადგენს იმ მუშაობის წინასწარ მასალას, რომელიც ჩვენ მიერ ტარდება მანგანუმის ვალენტობის სხვადასხვა ხარისხის განსაზღვრისათვის ბუნებრივ შენაერთებში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
თბილისის ქიმიის ინსტიტუტის
ფიზიკური მეთოდებით კვლევის ლაბორატორია

(შემოვიდა რედაქციაში 22.1.1942)

ХИМИЯ

Д. И. ЭРИСТАВИ и Д. Н. БАРНАБИШВИЛИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕХВАЛЕНТНОГО МАРГАНЦА
В МАРГАНЦЕВОЙ РУДЕ

Резюме

1. Прокаливанием MnO_2 в муфельной печи при 1100° в течение 3 часов, до постоянного веса, получается окисел Mn_2O_3 с теоретическим содержанием трехвалентного марганца.
2. Доказана принципиальная возможность определения ионов трехвалентного марганца, применением в качестве комплексо-образователя (стабилизатора) фторид-натрия или калия (прибавление HF считаем лишним).

3. В чистурской марганцевой руде и марганцевом шламе впервые нами определены ионы трехвалентного марганца.

4. Считаю целесообразным, в условиях заводской лаборатории, заметить сложную технику потенциометрического титрования трехвалентного марганца раствором FeSO_4 обыкновенным титрованием, применяя в качестве индикатора $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ или $\alpha\alpha'$ дипиридил.

5. В окислах при определении трехвалентного марганца контролем является соотношение суммарного марганца к активному кислороду.

Данное сообщение считаем предварительным материалом той работы, которая нами проводится для разработки способа определения различных степеней валентности марганца в природных соединениях.

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Химический Институт
Лаборатория физических методов исследования

სიბიბიოგრაფიული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Д. И. Эристави. Ж. О. Х., т. VII, вып. 12, 1713, 1937.
2. Y. Meyer und R. Kanters. Z. anorg. u. allg. ch. 185, 177, 1929.
3. H. Ditz. Z. anorg u. allg. ch. 219, 113, 1934.
4. А. Занько и В. Стефановский. Ж. Пр. X, т. IX., 2192, 1936.
5. А. Занько и В. Стефановский. Ж. О. Х., т. IV, 404, 1934.
6. Procter Smith. Chem. News. 90, 237, 1904.
7. L. Kelley. J. Ind. Eng. chem. 10, 1919, 1918.
8. Lange und Kourtz. Z. anorg. u. allg. ch. 181, 111, 1929.
9. F. Feigl und H. Hamburg. Zbl., 1, 259, 1932.



ბოლოგია

გ. ნუცუშიძე

დასავლეთ საქართველოს მკვდა ცარცის ბრაქიოპოდებისათვის

ბრაქიოპოდები დასავლეთ საქართველოს ქვედა ცარცულ ნალექებში საქ-
 მაოდ მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ, მაგრამ მაინც გეოლოგები მათ ნაკლებ
 ყურადღებას აქცევენ. რადგან მათ გვერდით თითქმის ყოველთვის სხვა, ასაკის
 უკეთესი მაჩვენებელი ფაუნა მოიპოვება; ამის გამო საქართველოს ქვედა ცარ-
 ცულ ბრაქიოპოდებს გეოლოგიურ შრომებში მხოლოდ ფაუნათა სიებში ვხვდე-
 ბით, ხოლო მათი მონოგრაფიული შესწავლა ჩვენში არავის უცდია.

ამით აიხსნება, რომ მე გადმომეცა დასამუშავებლად საქართველოს მეცნი-
 ერებათა აკადემიის გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტში დაგროვილი
 ბრაქიოპოდების საკმაოდ მდიდარი კოლექცია, დასავლეთ საქართველოს სხვა-
 დასხვა ადგილებიდან, რომელსაც კოტაოდენი მასალა მეც დავუმატე აფხაზე-
 თიდან.

მუშაობა საკმაოდ შედეგიანი გამოდგა. შესწავლილი ბრაქიოპოდები თავს-
 დებიან 7 გვარში: *Rhynchonella* Fischer, *Terebratulula* (Lhwyd) Klein, *Pygope*
 Link, *Waldheimia* King, *Terebratulina* d'Orbigny, *Kingena* Davidson, *Dzirulina*
 nov. gen., რომლებშიც დაჯგუფებულია შემდეგი 36 ფორმა:

- | | |
|--|--|
| <i>Rhynchonella lineolata</i> Phill. | <i>Rhyn. lata</i> d'Orb. |
| <i>Rhyn. cherenensis</i> Jacob et Fallot. | <i>Rhyn. Bertheloti</i> Kil. |
| <i>Rhyn. cherenensis</i> var. <i>undulata</i> Jacob et Fallot. | <i>Rhyn. corallina</i> Leym. var. <i>neocomien-</i>
<i>sis</i> Jacob et Fallot. |
| <i>Rhyn. Guerini</i> d'Orb. | <i>Rhyn. globulosa</i> n. sp. |
| <i>Rhyn. Moutoniana</i> d'Orb. | <i>Rhyn. laschensis</i> n. sp. |
| <i>Rhyn. Malbosi</i> Pict. var. <i>tenuicostata</i> n. var. | <i>Terebratulula biplicata</i> (Brocchi) Sow. |
| <i>Rhyn. Eichwaldi</i> Kar. n. var. | <i>Ter. sella</i> Sow. |
| <i>Rhyn. kvesanensis</i> n. sp. | <i>Ter. praelonga</i> Sow. |
| <i>Rhyn. multiformis</i> Roem. var. <i>rotun-</i>
<i>dicosta</i> Jacob et Fallot. | <i>Ter. depressa</i> Lam. |
| <i>Rhyn. depressa</i> Sow. | <i>Ter. Moutoniana</i> d'Orb. |
| <i>Rhyn. nuciformis</i> Sow. | <i>Ter. aff. Moutoniana</i> d'Orb. |
| <i>Rhyn. aff. Gibbsiana</i> Sow. | <i>Ter. cf. subrotunda</i> Sow. |
| <i>Rhyn. Gibbsiana</i> var. <i>bedouliensis</i> Jacob et Fallot. | <i>Ter. sp.</i> |
| | <i>Pygope</i> aff. <i>diphyoides</i> d'Orb. |
| | <i>Waldheimia abchazica</i> n. sp. |
| | <i>Waldheimia</i> n. sp.? |

Terebratulina Martiniana d'Orb.

Dzirulina dzirulensis Anth.

Ter. nov. sp.?

Dz. pericostata n. sp.

Kingena Djanelidzei n. sp.

Dz. Rouchadzei n. sp.

Kingena lata n. sp.

ამითში საინტერესოა ახალი გვარი *Dzirulina*, რომელიც შესწავლილ მასალაში წარმოდგენილია სამი სახით და რომლის გამოყოფა მე მოვახერხე მისი ხელის აპარატის შესწავლით.

ამ გვარის წარმომადგენლები გარეგნულად ძალიან ემსგავსებიან *Terebratula*-ს და მათ აქამდე სწორედ ამ გვარს აკუთვნებდნენ [1]. ისინი ხასიათდებიან გლუვი ან ფრონტულ კიდეზე დაწიბოებული ნიჟარით, საკმაოდ გრძელი შუა დორზული სექტით (ზოგიერთ ნიმუშებში იგი თითქმის წინა კიდეს აღწევს) და თავისებური ხელის აპარატით. მარყუში დაახლოებით ისეთივე სიგრძის არის, როგორც ეს *Terebratula*-ს აქვს, მაგრამ ამ უკანასკნელისაგან განსხვავებით *Dzirulina*-ს მარყუშის აღმავალი ტოტი შუა დორზულ სექტას უერთდება. მეორე მხრით ამ გვარში მარყუშის სექტასთან შეერთება სურსხვავვარად ხდება, ვიდრე ეს *Terebratella*-ს და *Kingena*-შია.

პირველში დაღმავალ ტოტზე დამატებითი გარდიგარდმო გამონაზარდები ჩნდება და მისი საშუალებით აღნიშნული ტოტი უერთდება სექტას; ხოლო მეორის მარყუში სექტას ორმაგად უერთდება: დაღმავალი ტოტის გამონაზარდების საშუალებით და გრძელი აღმავალი ტოტის საშუალებით.

ამგვარად, როგორც ვხედავთ, *Dzirulina*-ს ხელის აპარატი სრულებით თავისებურია.

ჩემ მიერ შესწავლილი ბრაქიოპოდების მეტი წილი გავრცელებულია დასავლეთ საქართველოს აპტურში, ხოლო მასალის უმნიშვნელო ნაწილი ნეოკომურისა და ალბურის არის. მაგრამ აქედან ჯერ კიდევ არ შეიძლება გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ აქ ისინი ასაკის ამსახველები არიან. საქართველოს გარეთ იგივე ფორმები გაცილებით უფრო ფართო ვერტიკალური გავრცელებით სარგებლობენ, ხოლო ისეთი ფორმები, რომ ჩვენშიც და საქართველოს გარეთაც გარკვეულ სართულში გვხვდებოდნენ მხოლოდ, ჩემს მასალაში ცოტა აღმოჩნდა.

მაინც უნდა აღვნიშნო, რომ მიუხედავად საერთოდ ბრაქიოპოდების ფართო ვერტიკალური გავრცელებისა, შესაძლებელია დასავლეთ საქართველოს ფარგლებში მაინც მოიპოვებოდეს ისეთი სახეები, რომლებიც ქვედა ცარცულის ქვე-სექციების და ზოგჯერ სართულების დასათარიღებლად გამოდგებიან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გეოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 2.2.1942)

К. НУШУБИДЗЕ

О НИЖНЕМЕЛОВЫХ БРАХИПОДАХ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

Резюме

Автором обработана достаточно богатая фауна брахиопод, собранная из различных мест Западной Грузии и хранящаяся в Геологическом Институте Академии Наук Грузинской ССР.

Изученный материал содержит 36 форм, которые группируются в 7 родов (список см. в грузинском тексте).

Довольно обширный материал дал возможность автору на основании изучения ручного аппарата выделить новый род *Dzirulina*.

Представители нового рода по внешним признакам очень похожи на *Terebratula*, к которой их раньше причисляли [1]. Они характеризуются гладкой или зазубренной на фронтальном крае раковины, но в отличие от *Terebratula*, у них имеется достаточно длинная срединная дорзальная септа (у некоторых экземпляров достигающая почти переднего края) и своеобразный ручной аппарат, описание которого в литературе, повидимому, не встречается. Петля такая же короткая, как у *Terebratula*, но она соединяется с септой посредством короткой и слабо изогнутой восходящей ветви. Соединение петли с септой известно и в других родах брахиопод, как, например, у *Terebratella* и *Kingena*, но у первой добавочные поперечные выросты, которые соединяются с септой, образуются на нисходящей ветви, а у второй соединение двойное: посредством добавочных выростов нисходящей ветви и с помощью восходящей ветви.

Из вышесказанного видно, что *Dzirulina* должна занять самостоятельное место среди нижнемеловых брахиопод Грузии.

Несмотря на то, что большая часть изученных автором форм встречается в аптском ярусе, их стратиграфическая ценность весьма ограничена, так как за пределами Грузии те же виды пользуются гораздо большим вертикальным распространением. Все-таки автор считает, что некоторые из них могут оказаться пригодными для возрастной характеристики подсекций или даже ярусов нижнего мела в пределах Западной Грузии.

Академия Наук Грузинской ССР
 Геологический Институт

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. J. Dim. Anthula. Ueber die Kreidefossilien des Kaukasus. Beit. zur Pal. und Geol. Oesterr.-Ungarns und d. Orients. Bd. XII, Wien u. Leipzig, 1900.



Л. И. ДЖАПАРИДZE

К ВОПРОСУ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВОДНОГО ЗАПАСА В СТВОЛАХ СПЕЛОДРЕВЕСНЫХ ХВОЙНЫХ ПОРОД

(Материалы к изучению спелой древесины. № 10)

Существует распространенное мнение, что в древесине хвойных пород содержание воды повышается от комля к вершине (Ванин, [1]; Рейхард и Перельгин, [10]). Существует также положение, подобно первому, вошедшее даже в руководство (Иванов, [7], 1931 г.), что вместе с заболонью, отчасти и спелую древесину можно считать запасным резервуаром, из которого дерево может в случае необходимости черпать воду. Мы уже имели случай высказать сомнение по поводу этого второго положения (Джапаридзе, [4]), руководствуясь существующими данными по годичному колебанию воды в древесине ели и пихты (Ванин, [1]; Гойман, [13]) и своими наблюдениями по содержанию влаги в кизиловой древесине (Джапаридзе, [12]). Необходимо отметить, что в следующем издании ([7], 1936 г.) Ивановым уже отмечено, что «у пород со спелой древесиной центральная часть из водообмена исключается» (стр. 85). В настоящем сообщении приводим результаты дальнейших наблюдений, которые указывают на действительную необходимость пересмотра вышеприведенных обоих положений, в отношении ели и пихты—основных спелодревесных хвойных пород.

Материалом для исследования послужили два экземпляра *Abies Nordmanniana* (Stev.) Spach. и два экземпляра *Picea orientalis* (L.) Link. в возрасте от 100 до 130 лет, сваленных в первой половине июля 1934 года в Ахалдабском лесхозе (Боржомский район). Эти деревья произрастали на восточном склоне в 32—35°, на расстоянии 20—25 метров друг от друга, в смешанном насаждении, с преобладанием ели; полнота насаждения 0,4—0,5; бонитет II—III. Деревья, ориентированные по странам света, спилены на уровне почвы и разделаны на двухметровые кряжи. На различных высотах, по радиусу NS, взяты образцы для определения влажности, через интервалы в 15—20 годичных колец. Произведены также промеры для определения общего содержания спелой древесины. Было установлено, что спелая древесина составила от общей массы древесины у пихты, в среднем, 24,0%, а у ели—23,0%. При этом, конечно, соотношение между количеством заболони и спелой древесины на различной высоте ствола не будет

одинаковым (таблица 1). Граница спелой древесины уточнялась при помощи реакции с гваяковой смолой и перекисью водорода (Джапаридзе, [3]; Ванин, [2]).

Ширина заболони и спелой древесины
на разной высоте ствола

Таблица 1

Высота ствола в метрах	Число слоев прироста			
	Пихта		Ель	
	Заболонь	Спелая древесина	Заболонь	Спелая древесина
1,3	50	60	49	64
3,6	42	58	46	60
5,6	44	34	45	47
7,6	32	34	42	43
9,6	27	19	43	31
13,6	22	11	36	21

Таблица 1 показывает, что, во-первых, по мере удаления от комля к вершине, переход заболони в спелодревесное состояние ускоряется. Так, если у пихты на высоте 1,3 м спелую древесину встречаем с 50-го годовичного кольца (счет от камбия), то на высоте 13,6 м она возникает уже через 22 года существования заболони; во-вторых, в таком ускорении процессов старения—перехода в спелодревесное состояние (Джапаридзе, [5]) легко видеть действие принципа, формулированного Кренке, по которому при одинаковой собственной возрастности—старее будут те ткани, которые обладают большей общей возрастностью [8]; в-третьих, вместе с тем, в нижней части ствола спелая древесина может охватить больше половины всего числа годовичных слоев; на половинной высоте заболонь и спелая древесина, при возрасте исследованных деревьев, занимают по одинаковому числу годовичных слоев; выше же, чем ближе к вершине, тем меньше годовичных слоев занимает спелая древесина, и наконец, она вовсе выклинивается. Следовательно, в развитии спелой древесины, в ее топографическом выражении сказывается та же закономерность, что и в топографии ядра и, подобно последнему, объемные размеры спелой древесины прямо пропорциональны общему возрасту дерева. Означенное обстоятельство представляется существенным, так как оно определяет все усиливающееся снижающее влияние спелой древесины на общий баланс влаги в стволах все более и более входящих в возраст деревьев.

Мы говорим о снижающем влиянии, основываясь на незначительном, по сравнению с заболонью, содержанием воды в спелой древесине. Суммарные результаты определения влажности по обеим породам отдельно сведены в таблицу 2 (вычислено в процентах по отношению к абсолютно сухому весу древесины). Они, в общем, повторяют данные, полученные нами для 7 экземпляров ели и 6 пихты в 1936—1938 гг. (Джапаридзе и Брегадзе, [6]).

Распределение абсолютной влажности на разной
 высоте ствола
 Таблица 2

Порода	Спелая древесина			Заболонь		
	0,0 м	3,6 м	12,0 м	0,0 м	3,6 м	12,0 м
Пихта	52	35	34	136	160	167
Ель	32	46	29	83	95	102
Среднее	42	40,5	31,5	114,5	127,5	134,5

Из данных таблицы 2 мы видим что, во-первых, спелая древесина по всей высоте ствола неизменно значительно беднее водой по сравнению с заболонью; влажность спелой древесины часто оказывается очень близкой к точке насыщения волокна, которая у большинства древесных пород соответствует 25—30% (Хегглюнд, [11]; Любимов, [9]); во-вторых, вертикальное распределение воды в спелой древесине не только не соответствует, но даже противоположно таковому в заболони; в то время как в пределах заболони содержание воды заметно возрастает от корня к вершине, в спелой древесине вода также заметно убывает по тому же направлению (см. средние значения); в-третьих, картина распределения водного запаса по стволу является общей для ели и для пихты, несколько различаясь лишь количественным выражением; у пихты как по заболони, так и по спелой древесине, как нами уже указывалось, содержание воды будет несколько выше, чем у ели (Джапаридзе и Брегадзе, [6]). Очевидно, что по своему низкому содержанию воды спелая древесина уподобляется таковой и других пород и не дает повода к ее рассмотрению в качестве «запасного резервуара».

Вышеизложенные данные приводят к следующему заключению:

1. Спелая древесина как ели, так и пихты содержит очень низкий процент влаги, часто приближающийся к точке насыщения волокна. Поэтому эта влага, как не могущая обеспечить запросов транспирационной деятельности дерева, не может быть рассмотрена в качестве резервного фонда.
2. Вертикальное распределение влаги по спелой древесине представляется противоположным таковому по заболони, показывая уменьшение от комля по направлению к вершине. Поэтому, существующее в литературе положение о повышении содержания воды с высотой ствола следует отнести только к заболони.
3. Надо предполагать, что по мере старения дерева, общее количество влаги в его древесине должно уменьшаться, так как объемное содержание спелой древесины, которая бедна водой, будет все более возрастать и тем самым все более превалировать над заболонной частью.

ლ. ჯაპარიძე

მწიფე მირტნიანი წიწვიანი ჯიშების ლეროში წყლის მარაგის
 განაწილების შესახებ

რეზუმე

ლიტერატურაში ვხვდებით აზრს, თითქოს წიწვიანების მერქანში წყლის რაოდენობა იზრდებოდეს ძირიდან კენწრისაკენ. არსებობს აგრეთვე შეხედულება, რომ მწიფე მერქანი შეიცავს წყლის მარაგს, რომელიც ხეს შეუძლია საკიროების შემთხვევაში გამოიყენოს. ჩვენი გამოკვლევებისა და ზოგიერთი ლიტერატურული მონაცემების საფუძველზე, იმ დასკვნამდე მივდივართ, რომ საკირო არის ამ ორივე დებულების სისწორის შემოწმება. ამ მიზნით ჩატარებული გვაქვს ცალკე დაკვირვებები სოკისა და ნაძვის მერქანში წყლის განაწილებაზე. ამ დაკვირვებებიდან გამომდინარე, დავასკინთ შემდეგს:

1. როგორც ნაძვის, ისე სოკის მწიფე მერქანი შეიცავს წყლის მცირე პროცენტს, რომელიც უახლოვდება „ბოჭკოს მძღრობის წერტს“. ამის გამო ამ წყალს არ შეუძლია ტრანსპირაციის მოთხოვნილებათა უზრუნველყოფა და იგი არ შეიძლება განხილულ იქნეს, როგორც ერთგვარი სათაღარიგო ფონდი.

2. წყლის ვერტიკალური განაწილება მწიფე მერქანში საწინააღმდეგოა იმისა, რასაც ცილაში ვხედავთ. მწიფე მერქანში წყლის რაოდენობა მცირდება ძირიდან კენწრის მიმართულებით. ამის გამო ლიტერატურაში არსებული მონაცემები უნდა მიეკუთვნოს მხოლოდ ცილას.

3. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ხის ხნოვანების მიხედვით წყლის საერთო რაოდენობა მის მერქანში უნდა მცირდებოდეს, რადგანაც წყლით ღარიბი მწიფე მერქნის მოკულობითი რაოდენობა ხეში წლიდან წლამდე იზრდება და სულ უფრო მეტად სჭარბობს ცილის ნაწილს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 თბილისის ბოტანიკური ინსტიტუტი
 ანატომიისა და ფიზიოლოგიის განყოფილება

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—ციტირებული ლიტერატურა

1. С. И. В а н и н. Древесное вещество. Гослестехиздат. Ленинград, 1934; также 2 изд. 1940.
2. С. И. В а н и н. О порядке описания анатомического строения древесины. Советская Ботаника, № 5, 1935, стр. 88—97.
3. Л. И. Дж а п а р и д з е. Гваяковая смола и H_2O_2 , как реактив для обнаружения спелой древесины. Тр. Тифл. Бот. Инст., т. I, 1933, стр. 257—262.
4. Л. И. Дж а п а р и д з е. О водопроницаемости спелой древесины и заболони у ели и лихты. Природа, № 9, 1936, стр. 93—97.
5. Л. И. Дж а п а р и д з е. Старческие сдвиги торусов. Доклады АН СССР, XXXI, № 2, 1941, стр. 168—170.
6. Л. И. Дж а п а р и д з е и Н. Н. Б р е г а д з е. Особенности в смещении торусов при возникновении спелой древесины. Ботанический журнал СССР, XXV, № 4—5, 1940, стр. 310—316.

7. Л. А. Иванов. Физиология растений. Сельхозгиз, Москва—Ленинград, 1931, стр. 51; 2 изд. Гослестехиздат. Ленинград, 1936, стр. 85.
 8. Н. П. Кренке. Теория циклического старения и омоложения растений. Сельхозгиз. Москва, 1940.
 9. Н. Я. Любимов. Теория и практика сушки дерева. Гослестехиздат. Москва, 1932.
 10. А. Ю. Рейхард и Л. М. Перельгин. Строение и физические свойства древесины. Гослестехиздат. Москва, 1933.
 11. Э. Хегглюнд. Химия древесины. Гослестехиздат. Москва, 1933.
 12. L. Djaparidze. Über einige Besonderheiten des Reifholzes bei *Cornus mas*. L. Forstwiss. Cnbl., LVIII, 12, 1936, S. 412—417.
 12. E. Gäumann. Die chemische Zusammensetzung des Fichten- und Tannenholzes in den verschiedenen Jahreszeiten. Flora, 123, 1928.
-

ბოტანიკა

ნ. ბრეზაძე

ქურკოვან მცენარეთა თესლეების აღმოცენება

ქურკოვან მცენარეთა ჰიბრიდული თესლების აღმოცენების დაჩქარებასთან დაკავშირებით, საჭიროდ დავინახეთ შეგვესწავლა ამ მცენარეების თესლების აღმოცენების ოპტიმალური პირობები. ამ შესწავლის საჭიროება გამოწვეულია იმ გარემოებით, რომ ჰიბრიდული თესლების პირდაპირ გრუნტში თესვა, განსაკუთრებით მათი მცირე რაოდენობისა და სხვადასხვა მიზეზის გამო (საგრძნობი პროცენტის გაცულება, ძალზე დაგვიანებით აღმოცენება, ნელი ზრდა-განვითარება და სხვა), არახელსაყრელი ხდება ([1], გვ. 7—8; [2], გვ. 32), ამ მიზნისათვის ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა ტყემლის — *Pr. divaricata* Ledeb. — თესლები.

მასალები და მეთოდი. 1939 წ. ტყემლიდან გამორჩეული თესლი (ქურკები) 19 აგვისტოდან 17 დეკემბრამდე, ე. ი. 120 დღის განმავლობაში მოთავსებულ იქნა მაცივარში სხვადასხვა t -ზე სამ სერიად:

1-ლი სერია იმყოფებოდა მაცივრის კამერაში, რომელშიაც ცდის განმავლობაში საშუალო t° უდრიდა — $8,8^{\circ}\text{C}$; ამპლიტუდა კი: $-11,5^{\circ}\text{C}$ და $-7,0^{\circ}\text{C}$;
მე-2 სერია იმყოფებოდა მაცივრის კამერაში, სადაც ცდის განმავლობაში საშუალო t° უდრიდა $-0,65^{\circ}\text{C}$, მხოლოდ ამპლიტუდა $-1,5^{\circ}\text{C}$ და $+1,5^{\circ}\text{C}$;
მე-3 სერია იმყოფებოდა ისეთ კამერაში, სადაც ცდის განმავლობაში საშუალო t° უდრიდა $+2,3^{\circ}\text{C}$ და ამპლიტუდა შეადგენდა $-1,5^{\circ}\text{C}$ და $+6,0^{\circ}\text{C}$. ტემპერატურის აღრიცხვა მაცივრის კამერებში წარმოებდა ყოველდღიურად 9 და 17 საათებში.

სამივე სერიის თესლები საჭიროებისამებრ ირწყვებოდა. ზევით აღნიშნული პერიოდის განვლის შემდეგ ყველა სერიის თესლი გადატანილ იქნა მაცივირიდან ორანჟერეიაში, სადაც განსაზღვრული ხნის განმავლობაში საშუალო t° $+4,5^{\circ}\text{C}$ უდრიდა, დღელამური t° -ის მერყეობით $-2,5^{\circ}\text{C}$ და $+13,0^{\circ}\text{C}$.

ეს თესლები 10 იანვარს შემოწმებული და აღრიცხულ იქნა ქურკების დასკდომის მიხედვით.

შემოწმების შემდეგ თითოეული სერიის თესლები განაწილებულ იქნა სამ ჯგუფად: პირველ ჯგუფში მოთავსებულ იქნა ის თესლები, რომელთაც მაცივარში ქურკების დასკდომა არ განუცდიათ და არც ხელოვნურად ყოფილან ქურკებისაგან განთავისუფლებული; მეორე ჯგუფში მოთავსებულ იქნა მაცივარში ქურკებდაუსკდომელი, მაგრამ ხელოვნურად ქურკებისაგან განთავისუფლებული თესლები; და მესამე ჯგუფი კი შეიცავდა მაცივარში ქურკებ-დამსკდარ და



ცხრილი 1

სერიები—Серии	თესლეების ჯგუფები Группы семян	თესლეების აღმოცენების პირობები Условия проростания семян	ნათესი თესლ. მდგომ. %/0-ში Состояние посеян. семян в %/0-х						მ.შ. ამოსულთ В том числе зашедшие	
			აღმოცენ. გალოცვებ. Взошли. и наклюн.	გაულოცებულთ Неклюнов.	მუზგებ-დაზარებართ О растре. поврежд.	მუზგებ-დაზარებულთ. О нерастр. поврежд.	დაზარებულთ-Взгнив.	ჯამი-Итого	რიცხვი-Число	საშუალო ზრდა სანტი Средн. рост в см.
პირველი სერიის თესვები Семена первой серии	პირვ. ჯგუფის თესვები Семена первой группы	თბ. ორანჯ.— ცივი " Холод. "	3,0	—	97,0	—	—	100,0	—	—
	გარეთ ჯამი	На дворе Итого	—	—	81,3	18,7	—	100,0	—	—
	მეორე ჯგუფის თესვები Семена второй группы	თბ. ორანჯ.— ცივი " Холод. "	57,7	42,3	—	—	—	100,0	7	11,3
	გარეთ ჯამი	На дворе Итого	9,4	81,3	—	—	9,3	100,0	—	—
	სულ	Всего	24,7	21,7	41,0	8,5	4,1	100,0	7	11,3
მეორე სერიის თესვები Семена второй серии	პირვ. ჯგუფის თესვები Семена первой группы	თბ. ორანჯ.— ცივი " Холод. "	4,6	—	95,4	—	—	100,0	1	6,5
	გარეთ ჯამი	На дворе Итого	—	—	50,0	50,0	—	100,0	—	—
	მეორე ჯგუფის თესვები Семена второй группы	თბ. ორანჯ.— ცივი " Холод. "	4,6	68,2	—	—	27,2	100,0	1	11,5
	გარეთ ჯამი	На дворе Итого	63,6	31,8	—	—	4,6	100,0	8	0,5
	სულ	Всего	28,3	61,1	—	—	10,6	100,0	9	2,0
მესამე სერიის თესვები Семена третьей серии	პირვ. ჯგუფის თესვები Семена первой группы	თბ. ორანჯ.— ცივი " Холод. "	93,8	6,2	—	—	—	100,0	15	10,0
	გარეთ ჯამი	На дворе Итого	93,3	6,7	—	—	—	100,0	12	0,7
	მეორე ჯგუფის თესვები Семена второй группы	თბ. ორანჯ.— ცივი " Холод. "	73,3	20,0	—	—	6,7	100,0	—	—
	გარეთ ჯამი	На дворе Итого	86,8	11,0	—	—	2,2	100,0	27	5,8
	სულ	Всего	38,9	24,0	17,8	15,0	4,3	100,0	37	5,0
მესამე სერიის თესვები Семена третьей серии	პირვ. ჯგუფის თესვები Семена первой группы	თბ. ორანჯ.— ცივი " Холод. "	—	—	100,0	—	—	100,0	—	—
	გარეთ ჯამი	На дворе Итого	5,8	—	76,8	17,4	—	100,0	1	1,0
	მეორე ჯგუფის თესვები Семена второй группы	თბ. ორანჯ.— ცივი " Холод. "	85,7	—	—	—	14,3	100,0	4	10,0
	გარეთ ჯამი	На дворе Итого	82,4	17,6	—	—	—	100,0	6	0,7
	სულ	Всего	29,4	53,0	—	—	17,6	100,0	—	—
მესამე სერიის თესვები Семена третьей серии	პირვ. ჯგუფის თესვები Семена первой группы	თბ. ორანჯ.— ცივი " Холод. "	95,1	4,9	—	—	—	100,0	38	14,0
	გარეთ ჯამი	На дворе Итого	100,0	—	—	—	—	100,0	38	0,9
	მეორე ჯგუფის თესვები Семена второй группы	თბ. ორანჯ.— ცივი " Холод. "	67,5	27,5	—	—	5,0	100,0	14	0,5
	გარეთ ჯამი	На дворе Итого	87,5	10,8	—	—	1,7	100,0	90	6,4
	სულ	Всего	51,8	11,5	27,3	5,2	4,2	100,0	101	6,1
სულ ერთად—Всего вместе			38,5	19,1	28,7	9,5	4,2	100,0	145	6,0



კურკებისაგან განთავისუფლებულ თესლებს. ყველა ჯგუფის თესლი დათესილ იქნა 14 იანვარს 1940 წ. ქვიშიან ქოთნებში და მოთავსებული გარეთ, ცივ და თბილ ორანჟერეიებში.

ტემპერატურის რეჟიმი თესლების აღმოცენების ხანაში შემდეგ წარმოადგენდა: თბილ ორანჟერეიაში საშუალო ტემპერატურა უდრიდა $+13,0^{\circ}\text{C}$, ხოლო დღელამური t° -ის მერყეობა $-1,5^{\circ}\text{C}$ და $+38,2^{\circ}\text{C}$.

ცივ ორანჟერეიაში საშუალო t° უდრიდა $+4,3^{\circ}\text{C}$; min—max. დილით და შუადღისას იყო $-5,0^{\circ}\text{C}$ და $+15^{\circ}\text{C}$, გარეთ საშუალო t° უდრიდა $+1,0^{\circ}\text{C}$; დღელამური t° -ის მერყეობა კი $-6,8^{\circ}\text{C}$ და $+14,2^{\circ}\text{C}$.

შედევები. 1940 წ. 4—5 მარტს, ე. ი. დათესვიდან 50 დღის შემდეგ ჩატარებულ იქნა თესლების აღმოცენების შემოწმება და მათი ნაზარდის აღრიცხვა. შემოწმების შედეგი მოყვანილია პროცენტებში (იხ. ცხრილი 1).

თუ აღმოცენებულ-გალივებულ და კურკა-დამსკდარ თესლებს ვავერთიანებთ, როგორც „ჩანასახ ამოქმედებულ თესლებს“. მაშინ შემდეგ სურათს მივიღებთ პროცენტებში (იხ. ცხრილი 2).

როგორც ცდების მონაცემები გვიჩვენებენ, პირველი სერიის, ე. ი. მაცივარში საშუალოდ $-8,8^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე მოთავსებულ თესლებში, მათი მაცივარში ყოფნის შემდეგ, კურკები სრულიად არ იყო დამსკდარი, და ამასთანავე მათ სრული სისალე ჰქონდათ შენარჩუნებული. თუმცა ამ თესლებმა, შემდგომი აღმოცენების პროცესში (ცივ ორანჟერეიაში და გარეთ), მოგვცა რამდენიმე სიდამპლე, მაგრამ ხელოვნურად კურკებისაგან განთავისუფლებულ თესლებში ($8,3\%$).

ამ თესლების პირველი ჯგუფი, ე. ი. მაცივარში კურკებდაუსკდომელი და ხელოვნურად კურკებისაგან გაუნთავისუფლებელი, შემდეგ აღმოცენების ყველა პირობებში საშუალოდ საკმაოდ განიცდის კურკების დასკდომას ($83,0\%$). თბილ ორანჟერეიაში კი—მთელი $100,0\%$ -ით; მეორე ჯგუფის თესლები, ე. ი. მაცივარში კურკებდაუსკდომელი და ხელოვნურად კურკებისაგან განთავისუფლებული, აღმოცენების ყველა პირობებში საშუალოდ იძლევა აღმოცენება-გალივების $48,8\%$ -ს; ცივ ორანჟერეიაში კი— $78,1\%$ -ს; ამ თესლებში სიდამპლე უდრის $8,3\%$ -ს. თბილ ორანჟერეიაში ორივე ჯგუფის თესლებში სიდამპლეს სრულიად არ აქვს ადგილი. მეორე სერიის, ე. ი. მაცივარში საშუალოდ $-0,65^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე მოთავსებულ თესლებში, მათი მაცივარში ყოფნის შემდეგ, კურკებ-დამსკდარი თესლები შეადგენდა $26,3\%$ -ს.

ამ სერიის პირველი ჯგუფის თესლები მთელი $100,0\%$ -ით იძლევა კურკების დასკდომას თბილ ორანჟერეიაში; მეორე ჯგუფის თესლები აღმოცენება-გალივების ყველაზე მეტ პროცენტს ($63,6$) ცივ ორანჟერეიაში იძლევა. ამავე თესლებში სიდამპლე $10,6\%$ უდრის, როგორც ამას ადგილი აქვს პირველი სერიის ამავე ჯგუფის თესლებშიც. მესამე ჯგუფის თესლები აღმოცენების ყველა პირობებში აღმოცენება-გალივებას საშუალოდ საკმაოდ ($86,8\%$) იძლევა; თბილ და ცივ ორანჟერეიებში დაახლოებით ერთნაირ პროცენტს ($93,8$), პირველ შემ-



ცხრილი 2

თესლების ჯგუფები Группы семян	ს ე რ ი ე ბ ი С е р и и	ჩანასაბ ამოქ. თესლ. Семена в прожуд. зарод.				დამბალი თეს. რაოდ. Количество загнив. семян			
		I სერიის თესლები Семена I серии	II სერიის თესლები Семена II серии	III სერიის თესლები Семена III серии	ჯამი—Итого	I სერიის თესლები Семена I серии	II სერიის თესლები Семена II серии	III სერიის თესლები Семена III серии	ჯამი—Итого
		თესლების აღმოცენების პირობები Условия пророст. семян							
პირველი ჯგუფის თესლები Семена первой группы	თბილი ორანჟე.—Теплая оранжерейя	100,0	100,0	100,0	100,0	—	—	—	—
	ცივი „ Холодная „	81,3	50,0	82,6	71,3	—	—	—	—
	გარეთ На дворе	67,7	15,0	70,6	51,3	—	—	—	—
	ჯ ა მ ი Итого	83,0	55,0	84,4	74,1	—	—	—	—
მეორე ჯგუფის თესლები Семена второй группы	თბილი ორანჟე.—Теплая оранжерейя	57,7	4,6	85,7	49,3	—	27,2	14,3	13,8
	ცივი „ Холодная „	78,1	63,6	82,4	74,7	15,7	4,6	—	6,8
	გარეთ На дворе	9,4	16,7	29,2	18,5	9,3	—	17,6	9,0
	ჯ ა მ ი Итого	48,4	28,3	65,8	47,5	8,3	10,6	10,7	9,9
მესამე ჯგუფის თესლები Семена третьей группы	თბილი ორანჟე.—Теплая оранжерейя	—	93,8	95,1	94,5	—	—	—	—
	ცივი „ Холодная „	—	93,3	100,0	96,6	—	—	—	—
	გარეთ На дворе	—	73,3	67,5	70,4	—	6,7	5,0	3,9
	ჯ ა მ ი Итого	—	86,8	87,5	87,1	—	2,2	1,7	1,3
ს უ ლ—В с е г о		65,7	56,7	79,3	67,4	2,7	4,3	4,2	3,7

თხევებაში უფრო მეტი აქტივობით და ნაზარდით (საშუალო ნაზარდი ცივ ორანჟერიეაში 0,7 სმ და თბილში—10,0 სანტიმეტრი). თბილ და ცივ ორანჟერიეებში სიღამპლეს სრულიად არა აქვს ადგილი.

მესამე სერიის თესლებმა, ე. ი. მაცივარში საშუალოდ +2,3°C ტემპერატურაზე მოთავსებულმა, მაცივარში კურკების დასკდომა 53,6%-ით განიცადა. ამ სერიის პირველი ჯგუფის თესლები აღმოცენების ყველა პირობებში საშუალოდ კურკების დასკდომას საკმაოდ დიდი პროცენტით (84,4) იძლევა; თბილ ორანჟერიეაში კი მთელი 100,0%-ით; მეორე ჯგუფის თესლები თბილ (85,7%) და ცივ (82,4%) ორანჟერიეებში აღმოცენება-გალივების თითქმის დაახლოებითი უნარს იჩენს, მეტი აქტივობით და ნაზარდით თბილ ორანჟერიეაში (საშუალო ნაზარდი ცივ ორანჟერიეაში 0,6 სმ და თბილში 10,0). მესამე ჯგუფის თესლები აღმოცენების ყველა პირობებში აღმოცენება-გალივების დიდ უნარს

იჩენს, საშუალოდ 87,5⁰/₀; თბილ ორანჟერეიაში 95,1⁰/₀ და ცივ ორანჟერეიაში მთელი 100,0⁰/₀-ით; თბილ ორანჟერეიაში უფრო მეტი აქტივობით და ნაზარდით (საშუალო ნაზარდი ცივ ორანჟერეიაში უდრის 0,9 სმ და თბილში 14,0 სმ).

ვეელაზე უფრო დიდ პროცენტს საშუალოდ „ჩანასახ ამოქმედებულ თესლებისას“ იძლევა: ტემპერატურის მიხედვით ის თესლები, რომლებიც მოთავსებული იყო საშუალოდ +2,3⁰C ტემპერატურაზე—(79,3), კურკების მდგომარეობის მიხედვით კი—მაცივარში კურკებ-დამსკდარი და კურკებისაგან განთავისუფლებული (87,1); აღმოცენების პირობებს შორის თბილი და ცივი ორანჟერეია იძლევა თითქმის ერთნაირად დიდ პროცენტს (81,3 და 80,9), მხოლოდ ზრდის სისწრაფით თბილი ორანჟერეია იჭერს პირველ ადგილს.

თესლების სიღამპლე საშუალოდ მთელ ცდაში 3,7⁰/₀-ს აღწევდა. კურკებისაგან გაუნთავისუფლებულ თესლებში მას სრულიად არ ჰქონდა ადგილი; ხელოვნურად კურკებისაგან განთავისუფლებულ თესლებში სიღამპლის 9,7⁰/₀ მოდიოდა; მხოლოდ მცირე, უმნიშვნელო სიღამპლის პროცენტს (1,3) იძლეოდა ის თესლები, რომლებმაც მაცივარში განიცადეს კურკების დასკდომა და კურკებისაგან განთავისუფლებულ იქნენ; სიღამპლის ამ მცირე პროცენტსაც ადგილი ჰქონდა მხოლოდ აღმოცენების დაბალ ტემპერატურაზე—გარეთ (+1,0⁰C).

თუ მაცივირიდან ბუნებრივად მიღებულ თესლებს განვიხილავთ, ხელოვნურად კურკებისაგან განთავისუფლებული თესლების გამოკლებით, „ჩანასახ ამოქმედებული თესლების“ შემდეგ სურათს მივიღებთ:

ცხრილი 3

	პირველი სერიის თესლები %ში	მეორე სერიის თესლები %ში	მესამე სერიის თესლები %ში	ჯ ა მ ი
თბილ ორანჟ-ში.	100,0	96,9	97,6	97,3
ცივი „	81,3	71,7	91,3	84,0
გარეთ	38,5	35,0	55,8	43,1
ჯ ა მ ი	73,3	67,9	81,9	74,8

თბილი ორანჟერეია („ჩანასახ ამოქმედებული თესლები“ 97,3⁰/₀) აღმოცენება-გალივეების საუკეთესო პირობას წარმოადგენს; ცივი ორანჟერეია შედარებით ნაკლებს (84,0⁰/₀) და ბუნებრივი კიდეც უფრო გაცილებით დაბლა დგას (43,1⁰/₀). ამასთანავე, თბილ ორანჟერეიაში თესლების უფრო სწრაფ განვითარებას და მეტ ნაზარდს აქვს ადგილი.

მიღებული შედეგების განხილვა. სტრატეფიკაციის დროს თესლებში მიმდინარეობს მთელი რიგი შინაგანი ცვლილებები, რომელნიც წარმოადგენს აუცილებელ პირობას თესლების აღმოცენებისათვის ([3], გვ. 35). სტრატეფიკაცია არის აღმოცენებისათვის თესლების შემზადების წესი, რომლის დროს თესლების ტენიან არეში განსაზღვრულ ტემპერატურაზე და ჰაერაციის პირობებში ყოფნით წარმოებს საფარის (კურკების, გარსის) დაშლა, ჩანასახის გაჯირჯევა და თესლში ფიზიოლოგიური პროცესების მსვლელობა,—მარაგ

ნეოთერების გარდაქმნა ჩანასახის კვება-ზრდისათვის ([2], გვ. 32). ამგვარად, ამათუიმ თესლის სტრატეფიკაცია მოითხოვს განსაზღვრულ პირობებს, განსაკუთრებით ტემპერატურას და ტენს. ამით უნდა აიხსნებოდეს ჩვენ ცდებში სხვადასხვა დაბალი ტემპერატურის ზემოქმედებით ერთ და იგივე თესლზე (ერთი ხის ფარგლებში) სხვადასხვა შედეგის მიღება: სხვადასხვა პროცენტით კურკების დასკდომა და აღმოცენება-გალივება. მაგალითად: საშუალო ტემპერატურა მაცივრებში $-8,3^{\circ}\text{C}$, $-0,65^{\circ}\text{C}$ $+2,3^{\circ}\text{C}$. თესლების კურკების დასკდომა მათი 77 დღელამით მაცივარში ყოფნით 0% , $20,2\%$, $52,5\%$. თესლების კურკების დასკდომა მათი 120 დღელამით მაცივარში ყოფნით 0% , $26,3\%$, $53,6\%$; თესლების აღმოცენება-გალივება საშუალოდ აღმოცენების ყველა პირობებში $24,7\%$, $38,9\%$, $51,8\%$.

კურკების დასკდომა ამ შემთხვევაში გამოწვეული არის ჩანასახის ამოქმედებით თესლში. აქ აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ დაბალი ტემპერატურის 77 დღელამით თესლებზე ზემოქმედებამ მათი კურკების დასკდომაზე თითქმის იგივე გავლენა მოახდინა, რაც ამავე ტემპერატურის 120 დღელამით თესლებზე ზემოქმედებამ. ეს გვაფიქრებინებს, რომ დაბალი ტემპერატურის ზემოქმედების ხანგრძლიობა იგივე შედეგის მისაღებად შეიძლება ძალზე შემცირდეს, 120 დღელამის ნაცვლად 77 დღელამზე იქნეს დაკვანილი, და კიდევ უფრო ნაკლებ დროზედაც. მაცივარში, საშუალოდ $-8,8^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე, თესლების მოთავსების შემთხვევაში თესლების კურკების დაუსკდომლობა უნდა აიხსნებოდეს იმით, რომ ეს ტემპერატურა შეუსაბამო უნდა იყოს ამ თესლების სტრატეფიკაციისათვის, თუმცა ამ ტემპერატურაზე თესლების გაჯირჯევებს რამდენიმედ მაინც უნდა ჰქონოდა ადგილი. ასეთ გაჯირჯეებულ თესლებში წარმოებს მარაგ ნეოთერების რთული შენაერთებიდან უფრო მარტივ შენაერთებში გადასვლის ფიზიოლოგიური პროცესი (ცილებისა და ცხიმების ნახშირწყლებად გარდაქმნა) ([2], გვ. 33). ამ აზრს ადასტურებს ის გარემოება, რომ ეს თესლები შემდგომ აღმოცენების პირობებში, განსაკუთრებით თბილ ორანჟერეიაში—სტრატეფიკაციისათვის არახელსაყრელ ტემპერატურაზე ([2], გვ. 33) განიცდის საკმაო ცვლილებებს:—კურკების დასკდომას და აღმოცენება-გალივებას თითქმის მთელი $100,0\%$ -ით. ლიტერატურაში აღნიშნულია, რომ -3°C დაბალ ტემპერატურაზე თესლების შემზადების პროცესი აღმოცენებისათვის ნელდება და უფრო ძლიერ დაბალ ტემპერატურაზე თესლები შესაძლოა სრულიად დაიღუპოს ([2], გვ. 33).

მართალია, აღნიშნულ დაბალ ტემპერატურაზე თესლების აღმოცენებისათვის შემზადების პროცესი სუსტდება, მაგრამ, როგორც ჩვენი ცდებიდან ჩანს, $-7,0^{\circ}\text{C}$ და $-11,5^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე, როგორც ზევითაც აღვნიშნეთ, თესლებში ბიოლოგიურ პროცესებს რამდენიმედ მაინც უნდა ჰქონოდა ადგილი, რადგან თესლებს აღმოცენების უნარი არ დაუკარგავს და მთელი $100,0\%$ -ით სისალე შეინარჩუნა და შემდგომი აღმოცენების პირობაში საკმაო ამოქმედება გამოიჩინა. როგორც ცნობილია, კურკოვანი თესლების დამზადებისას მათი მზეზე ვაშრობა იწვევს კურკების დასკდომას და ეს სტრატეფიკაციის დროს ხელს

უწყობს თესლების ღობას და მათი აღმოცენების უნარის დაკარგვას ([1], გვ. 5). ასევე ჩვენს ცდებშიც, ხელოვნურად კურკებისაგან განთავისუფლებულმა თესლებმა მოგვცა სიღამპლის რამდენიმე პროცენტი (9,9). ამავე დროს კურკებისაგან განთავისუფლებულ თესლებში სიღამპლეს სრულიად არ ჰქონია ადგილი,

აღსანიშნავია, რომ ჩანასახის ამოქმედებით კურკებ-დამსკდარმა და ამ კურკებისაგან განთავისუფლებულმა თესლებმა, მცირედი სიღამპლე (1,3%) გამოიჩინა, და ისიც აღმოცენების დაბალ ტემპერატურაზე (+1,0°C). ეს მოვლენა უნდა იყოს დამოკიდებული იმაზე, რომ პირველ შემთხვევაში თესლები მოკლებულია ბუნებრივ საფარს—კურკებს—იმ მდგომარეობაში, როდესაც ჩანასახის ამოქმედებას ჯერ კიდევ არა აქვს ადგილი; უკანასკნელ შემთხვევაში კი—თესლები მოკლებულია ბუნებრივ საფარს—კურკებს—ჩანასახის ამოქმედების და განვითარების პროცესში ყოფნის დროს.

დასკვნები

ჩვენი ცდების შედეგთა განხილვის საფუძველზე შემდეგ დასკვნამდე მივვლით:

1. აღმოცენება-გალივების ყველაზე უკეთეს შედეგს იძლევა ის თესლები, რომლებმაც სტრატეფიკაცია გაიარა 0°C +6,0°C ტემპერატურის ზეგავლენით: ეს თესლები აღმოცენების ყველა პირობებში საშუალოდ „ჩანასახ ამოქმედებული თესლების“ 81,9% იძლევა; განსაკუთრებით დიდ პროცენტს (97,6) იძლევა თბილ ორანჟერეიაში და შედარებით მცირედით ნაკლებს ცივ ორანჟერეიაში (91,3%). ამასთანავე, ისინი უკეთეს აღმოცენება-გალივების და სწრაფი ზრდის უნარს იჩენენ.

2. თბილი ორანჟერეია სტრატეფიკირებული თესლებისათვის აღმოცენება-გალივების საუკეთესო პირობას წარმოადგენს; სხვადასხვა ტემპერატურაზე სტრატეფიკირებული თესლები „ჩანასახ ამოქმედებულთა“ საშუალოდ 97,3% იძლევა, ამასთანავე მცენარის სწრაფ ზრდასაც უწყობს ხელს.

3. აღნიშნული პირობები განსაკუთრებით ხელსაყრელია ჰიბრიდული თესლების აღმოცენება-გალივებისათვის და მათი სწრაფი ზრდა-განვითარებისათვის. დასასრულ, მადლობას ვუძღვნი კულტურულ მცენარეთა განყოფილების გამგეს დოცენტ ე. მენაბდეს ხელმძღვანელობისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
თბილისის ბოტანიკური ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 17.11.1941)

Н. Н. БРЕГАДЗЕ

ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН КОСТОЧКОВЫХ РАСТЕНИЙ

Резюме

В целях повышения всхожести и ускорения прорастания гибридных семян у косточковых растений, было приступлено к установлению наиболее эффективных способов проращивания их.

В качестве подопытного объекта были взяты семена дикой алычи (ткмали)—*Pr. divaricata* Ledeb.

Полученные результаты дали нам возможность сделать следующие выводы:

1. Лучший результат прорастания семян был получен от опыта, при котором семена стратифицировались при температуре 0°C—плюс 6,0°C. В среднем семена «с пробужденными зародышами» во всех условиях прорастания составляют 81,9%. В особенности большой процент (97,6) дают семена, высеянные в теплой оранжерее и сравнительно немногим меньше семена, высеянные в холодной оранжерее (91,3%).

2. Таким образом, теплая оранжерее для всхожести стратифицированных семян представляет наилучшие условия.

3. Указанные условия прорастания в особенности выгодны для проращивания гибридных семян, обеспечивая полную всхожесть, быстрый рост и развитие их.

Академия Наук Грузинской ССР
Тбилисский Ботанический Институт

შიბრებულნი ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. В. Белохонов. Заготовка плодовых семян и подготовка их к посеву. Садоводство, № 9 (4—8). Огиз. Сельхозгиз, 1940.
2. З. К. Шумилин. Общие приемы стратификации семян древесных и кустарниковых пород. Лесное хозяйство, № 2 (32—36). Гослестехиздат, Москва, 1940.
3. Г. Г. Фетисов. Плодоводство и ягодоводство. Сельхозгиз. Москва, 1935.



П. С. ЧАНТУРИШВИЛИ

НЕКОТОРЫЕ МАТЕРИАЛЫ К ВОПРОСУ О ПРИЧИНАХ, ВЫЗЫВАЮЩИХ ВОЛЬФОВСКУЮ РЕГЕНЕРАЦИЮ

I. Обзор литературы и постановка вопроса

Как показали наши исследования, связь между материалом линзы и материалом ретины глаза у амфибий устанавливается задолго до замыкания валиков нервной пластинки [4].

Полноценная линза у амфибий, однако, может быть получена также, если зачаток глаза привести в соприкосновение с кожной эктодермой зародышей даже позже замыкания валиков нервной пластинки [8, 9, 10]; или если заставить над глазом регенерировать эпителий на стадии почки раннего хвоста [14].

Еще до специального экспериментального изучения глаза в 1891 г. на взрослых тритонах было прослежено образование линзы из верхнего края их глазной чаши [6].

То же самое явление образования линзы из верхнего края чаши было подтверждено вторично в 1895 г. [15].

Закрепившееся в науке под названием «вольфовской регенерации» это явление в дальнейшем привлекало внимание многих исследователей [11, 14, 3, 7, 2, 1, 12].

Все исследователи сходились на том, что вольфовская регенерация ничем не отличается от процесса собственно регенерации.

В 1939 г. ошибочность такого взгляда была доказана Никитенко [12], показавшим, что в явлении вольфовской регенерации мы имеем дело с индуцированием чашей линзы из материала ее верхнего края. Никитенко, однако, не показал, почему эта индукция линзы происходит всегда из верхнего края чаши и не может происходить из других ее отделов.

Важность получения ответа на вышепоставленный вопрос подсказана тем обстоятельством, что Шимкевич считает филогенетически закрепленным образование линзы именно из верхнего края чаши.

Если бы специальными опытами удалось показать, что образование линзы при вольфовской регенерации из верхнего края чаши обусловлено «механизмом» процессов, совершаемых в онтогенезе, то отпала бы необходимость в применении гипотезы Шимкевича.

II. Экспериментальное исследование поставленного вопроса

Вся работа проводилась на Эмбриологической станции НКП ГССР в Бакуриани летом 1940 и 1941 гг. Материалом для исследования служили зародыши Кавказской крестовки, размножение которой в упомянутой местности совершается в течение всего лета и начала осени.

В первую очередь микрохирургическим путем был подтвержден наблюдаемый нами раньше факт [4] наличия со стороны глазных зачатков на стадии спинного шва давления на кожную эктодерму головы у зародышей амфибий. Для окончательного установления этого факта были произведены две операции.

Первая операция (стадия спинного шва и стадия почки раннего хвоста): фишеровским ножичком и стеклянной палочкой у зародышей Кавказской крестовки удалялся весь внешний слой эпителия правой стороны в области глаза. На обнаженном невральном слое, покрывающем глаз, тем же фишеровским ножичком делался легкий надрез. Как только невральный слой над глазом оказывался надрезанным, глазной пузырь выталкивался наружу. Одновременно своей массой он разрывал и расширял сделанную в невральном слое маленькую рану.

Вторая операция. У зародышей той же стадии фишеровским ножичком делался сквозной прокол левого глаза, затем над правым глазом повторялась первая операция.

В данном случае глазной пузырь уже не выталкивался наружу или на поверхности раны показывалась только его верхушка.

На основании этих двух операций было сделано два заключения: первое: между кожной эктодермой и глазом существует такая связь, в которой глазной зачаток на кожную эктодерму оказывает давление⁽¹⁾. Второе: одной из причин давления глаза на эпителий, по всей вероятности, является наличие в мозговой полости плазматической жидкости, давящей изнутри на стенки головного мозга, а также на стенки глазных пузырей. Причиной того, что при второй операции глазной пузырь не выталкивается из-под неврального слоя, повидимому, является то, что во время сквозного прокола жидкость, заключенная в полости мозга, выливается наружу.

Во второй серии опытов фишеровским ножичком производилось удаление внешнего и внутреннего слоев кожной эктодермы правого глаза. Зародыши оставались в рингере до заживления раны, после чего они фиксировались раствором Петрункевича.

⁽¹⁾ Равносильно этому, если бы мы сказали, что кожная эктодерма оказывает давление на глазной зачаток.

Изучение таких зародышей на срезах показало, что, так же как у зародышей других амфибий, образование линзы из верхнего края глазной чашы мы получаем и у Кавказских крестовок¹⁾.

В тех случаях, когда вольфовской регенерации не было получено, отчетливо видно, что после удаления надглазничной кожной эктодермы чаша по отношению к ней переходит в вертикальное положение (см. микрофотографию № 1). Нет сомнения, что причиной такого «выпрямления» чаши является то же самое давление внутриглазничной жидкости на стенки обеих глазных пузырей изнутри.



Микрофотография № 1.

Поперечный срез с зародыша Кавказской крестовки в области головы. Зародыш фиксирован через некоторое время после приживления эпителия над глазом. На микрофотографии видно, что длинная ось ретины глаза по отношению к кожной эктодерме головы зародыща пришла в вертикальное положение. Утолщение нейрального слоя вблизи от глаза, равно как утолщение того же нейрального слоя, находящегося несколько дальше, не есть линзовое утолщение. Эти утолщения в виде полосок, направляющихся каудально и в области максиллярных хрящей, дают от себя потоки мезенхимных клеток. Объектив Achromat 0,750, Окуляр 12×13.

Если, однако, на стадии глазных пузырей давление заключенной в них жидкости почти равномерно распределено по всей их внутренней поверх-

¹⁾ Замечательно, что задолго до отделения линзы от верхнего края глазной чаши уже происходит дифференциация ее клеток на эпителиальную и основную волокнистую структуру этой линзы.

ности (первичные глазные пузыри можно считать сферическими образованиями, за исключением разве только оснований, где происходит их соединение с головным мозгом), то уже на стадии образования глазных бокалов оно не одинаково; этому давлению стенки бокала оказывают не везде равномерное сопротивление.

При исследовании нормальной эмбриологии глаза, мы показали, что по мере инвагинации глазного пузыря, т. е. его превращения в глазную чашу, происходит утолщение его верхушки, из которой развивается ретина [4]. Одновременно и постепенно происходит также вытеснение полости глаза, но на стадии ранней глазной чаши эта полость еще достаточно велика и жидкость, заключенная в ней, на стенки бокала изнутри все же оказывает большое давление. Самой тонкой стенка глазного бокала в это время является в том месте, где ретина переходит в *Tarpetum nigrum*; особенно же она тонка в области верхнего края глаза. В нижней части глаза имеется хориоидальная щель, стенки которой также сильно утолщены.

При нормальном положении глаза, при его дорзо-вентральном направлении, когда всей своей дистальной поверхностью глаз упирается в невральную слои кожной эктодермы, верхушке глазного бокала «некуда идти»: сопротивление ей оказывает кожная эктодерма головы. Когда же оперативным путем мы удаляем надглазничный эпителий, то сопротивление давлению жидкости в нижнем крае и на дне бокала оказывается большим, нежели в области верхней губы потому, что везде, кроме этой верхней губы, как было сказано, стенки вторичного глазного пузыря оказываются более толстыми.

Ввиду того, что по своей конфигурации глазной зачаток к этому времени представляет собою чашу, у которой свободным является дорзальный край (нижний край, как было сказано, тесно связан с хориоидальной щелью) и в то же время его стенка тоньше всей остальной ретины, то понятно, что эта часть глазного бокала больше поддается силе внутриволостного давления и попадает в поле индуктивного действия глаза.

Вышеприведенное рассуждение надо было подкрепить эмпирическими данными.

Предпосылкой при постановке третьей серии опытов, направленных к экспериментальному подтверждению вышеприведенного рассуждения, были следующие соображения:

1. Глазная чаша способна индуцировать линзу не только из эпителия и своей же верхней губы, но также из совершенно чуждого линзе материала — из головного мозга (Bell, [3]; Попов, [13]); сомитов (Попов, [13]), эпидермального слоя кожной эктодермы (Попов, [13]) и, что в данном случае для нас особо важно, из трансплантированной на нее другой чаши (Чантуришвили, [5]).

2. У зародышей Кавказской крестовки, вследствие легкой отделности внешнего слоя эпителия от внутреннего, можно произвести транс-

плантацию первичного глазного пузыря под эпителий так, что ни невраль-
ный слой, ни мезехима к чаше проникать не будут.

Чаша может оказаться в таком окружении, где в поле ее индуктив-
ного действия не будет ни одной способной к превращению в линзу ткани.



Микрофотография № 2.

Продольный срез с зародыша Кавказской крестовки в области туловища,
куда был трансплантирован глазной зачаток. На микрофотографии видно,
что глазной зачаток развился в чашу. Линза развилась из основания этой
чашы и пока не утратила связи с этим основанием. Весь глаз вместе с лин-
зой окружен капсулой, состоящей из внешнего слоя кожной эктодермы.
В капсуле кроме чашы и линзы имеется незначительное количество плазма-
тических обломков клеток, возможно, той же чашы. Объектив Achromat
0,750; окуляр 10X

3. Если случайно край разреза (место отделения глазного пузыря от
головного мозга) стянется во время срастания так, что из области верхней
губы материал пигментного слоя окажется отошедшим к дистальной части
глазного бокала, то развитие линзы из этого верхнего края станет менее
вероятным.

Были проделаны опыты трансплантации первичных глазных пузырей
зародышей Кавказских крестовок между внешним и невральном слоем
эпителия.

Перед трансплантацией на внешнем слое эпителия делался полукруж- ный разрез и стеклянной палочкой, которая вводилась через этот разрез, эпителий оттягивался в сторону. Получался на боку маленький оттянутый кармашек.

Вырезанный у зародыша (гомопластическая операция) первичный глаз- ной пузырь трансплантировался в этот эпителиальный кармашек так, чтобы дистальная часть глазного пузыря оказывалась обращенной к внешнему, а его основание к невральному слою эпителия.

В тех случаях, когда внешний слой эпителия у основания стягивался так, что невральный слой в замкнутую капсулу не мог прорасти, не про- растала туда и мезенхима.

Если глазной зачаток в то же время не соприкасался с внешним слоем эпителия своей дистальной поверхностью, то линза в некоторых случаях разви- лась не из верхней губы глазного бокала, а из его основания (см. микрофотографию № 2).

При развитии линзы из основания (дна) чаши видно, что материал верхней губы бокала, как и предполагалось, оказался оттянутым в сторону тапетума. На микрофотографии № 2, справа, видно, что верхняя губа бо- кала ничуть не больше нижней (на той же микрофотографии, слева) и расположена так же, как и нижняя его губа на равном с нею расстоянии от дна чаши.

III. Обсуждение полученных данных

Результаты данной работы свидетельствуют, что образование линзы из верхнего края чаши не обусловлено ее филогенезом, как предполагал Шимкевич, а совершается в онтогенезе исключительно благодаря тем усло- виям, которые создаются при удалении надглазничной кожной эктодермы.

Все части глазного бокала эквипотенциальны в смысле возможностей образования из них линзы. Для образования, однако, линзы из других от- делов бокала, требуются соответствующие условия, которые также дол- жны быть созданы экспериментальным путем.

Образование линзы чашей из кожной эктодермы, покрывающей ее, равно, как образование ею линзы из кожной эктодермы туловища или головы (при различных трансплантациях чаши—аутопластика, гомопластика, гетеропластика, ксенопластика), также экспериментальное получение линзы из головного мозга, спинного мозга, сомитов, верхней губы глазного бо- кала и основания чаши—есть явление, которое может быть объяснено с точки зрения Филатова, рассматривающего линзу и чашу неразрывными частями целого.

Согласно этому взгляду, за чашей эволюционно закреплена необходи- мость получения линзы, но для нее «безразлично», каким путем будет по-



лучена эта линза; поэтому в эволюции глаза не консервирована только одна необходимая необходимость, т. е. получение линзы только из надглазничной кожной эктодермы. При образовании линзы из верхнего края чашки, так же как при образовании линзы из дна этой чашки, происходит дополнение системы глаза линзой не за счет эпителия, из которого в силу создавшегося экспериментом положения линза не может развиваться, а за счет материала самого глазного зачатка.

Академия Наук Грузинской ССР
Зоологический Институт
Тбилиси

(Поступило в редакцию 14.1.1941)

მეზობროგია

პ. შანტურაშვილი

ზოგიერთი მასალები ვოლფის რეგენერაციის გამომწვევი მიზეზების შესახებ

რეზუმე

უკანასკნელ დროს დამტკიცებულია, რომ ვოლფის რეგენერაციას თვით რეგენერაციის პროცესთან საერთო არაფერი აქვს და ამ შემთხვევაში ჩვენ ვვაქვს საქმე თვითინდუციების მოვლენასთან.

მოყვანილ ნაშრომში არაა უარყოფილი ეს ფაქტი, იგი ისახავს მიზნად დამტკიცოს შიმკევიჩის მიერ წამოყენებული ჰიპოთეზის უსაფუძვლობა იმის შესახებ, რომ ვოლფის რეგენერაციის დროს ლინზის წარმოშობა აუცილებლად თვალის ჯამის ზედა ნაპირიდან უნდა ხდებოდეს.

ამ ნაშრომში ნაჩვენებია, რომ შესაძლებელია ლინზის განვითარება თვალის ჯამის ფსკერიდანაც კი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ზოოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

EMBRYOLOGY

SOME MATERIALS ON THE QUESTION ABOUT CAUSES
DEFIANTS WOLF REGENERATION

By. P. CHANTURISHVILI

Summary

This peper proves, that Wolf regeneration may be obtained not only from the dorsal lip of the eye cup but according to special experiments carries aut by the author from the basis of the cup too.

Academy of Sciences of the Georgian SSR
Zoological Institute
Tbilisi



ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—სიტყობრივი ლიტერატურა—REFERENCES

1. H. B. Adelman. The formation of lenses from the margin of the optic cup in eyes implanted in the belly wall of triton and the possibility of the formation of lenses from belly ectoderm. Roux's Arch. 113, 1928.
2. C. G. Beckwith. The effect of the extirpation of the lens rudiment on the development of the eye in *Amblistoma punctatum*, with special reference to the choroid fissure. Journ. of. exp. Zool., 49, 1927.
3. E. T. Bell. Experimentelle Untersuchungen über die Entwicklung des Auges bei Fro-schembyronen. Sitzungsber. niederhein. Ges. Natur- u. Heilkunde, Bonn. 1905.
4. П. С. Чантуришвили. Типичное развитие эмбрионального глаза (*Oculus embryonalis*) некоторых *Anura*. (Рукопись).
5. П. С. Чантуришвили. Исследование лизообразовательной способности Кавказской крестовки. Труды Эксп. Морф., т. VI, 1938.
6. V. Collucci. Sulla regeita razione pazziala dell'occhio nei tritoni. Mem. della R. Acad. della Sc. dell'istit. di Bologna S. V, t. I, 1891.
7. П. Д. Филатов. Сравнительно-морфологическое направление в механике развития, его объект, цели и пути. Москва—Ленинград, 1939.
8. W. H. Lewis. Experimental studies on the development of the eye in amphibia. I. On the origin of the lens *Rana pelustris*. Am. Jour. An. 3, 1904.
9. W. H. Lewis. III. On the origin and differentiation of the lens. Am. Jour. An., 6, 1907.
10. W. H. Lewis. Experiment on the origin and differentiation of the optic vesicle in Amphibia. Am. Jour. An., 7, 1907.
11. E. Müller. Über die Regeneration der Augenlinse nach Extirpation derselben bei Triton. Arch. mikrosk. Anat., 47, 1896.
12. М. Ф. Никитенко. Исследование Вольфовской регенерации (?) (Рукопись). Горький. 1939.
13. В. В. Попов. О морфогенном влиянии глазной чаши на различные эмбриональные ткани и на зачатки некоторых органов. Арх. Anat., Гист. и Эмбр., т. XVI, № 2, 1937.
14. H. Spremann. Über Linsenbildung nach Entfernung der primäre Linsenbildungszellen. Zool. Anz. Bd. XXVIII, 1905.
15. G. Wolff. Entwicklungsphysiologische Studien. I. Die regeneration der Urodelenlinse. Arch. f. Entw. mech., 1, 1895.



მეზოიოლოგია

3- კანაპა

პიგმენტების უჯრედების განაწილება უკუღრ ამფიბიების
ონტოგენეზის ადრულ სტადიებში

I. საკითხის დაყენება

ზოგიერთ ხერხემლიანთა (ქორჭილა თევზი) პოსტემბრიონული განვითარების პერიოდში პიგმენტების როლი გამოიხატება ამ პიგმენტების (კაროტინის ტიპის პიგმენტები) ნაწლავის ლორწოვან გარსში დაგროვებაში. ამას ცხოველებისათვის კვებითი მნიშვნელობა აქვს.

ალსანიშნავია პიგმენტების როლი ცხოველთა გარემოსთან შეხამების პროცესში, მათი არსებობისთვის ბრძოლის დროს.

უხერხემლოებში პიგმენტაცია ხშირად სხეულის თერმორეგულაციას ემსახურება [1].

გამოკვლევებით დადასტურებულია, რომ პიგმენტების უჯრედებს ამფიბებში, მათი ემბრიონული განვითარების დროს, მრავლად წარმოშობენ განვლიოზური ზოლები [2].

ზოგიერთ ამფიბიათა განვითარების ნეიროლას სტადიაზე ვნახულობთ პიგმენტის კონცენტრაციას პრეზუმპტული თვალის არეში [3, 4]. აღწერილია საინტერესო მოვლენა პიგმენტების დაგროვებისა ამფიბიათა ჩანასახოვანი თვალის ლინზაში [4].

რამდენადაც ცნობილია, განვითარების ამ ადრულ პერიოდში ჩანასახის ნაწილთა გაერთიანებაში ჰუმორალური ფაქტორები მონაწილეობას არ ღებულობენ. პიგმენტების გადანაცვლება ჩანასახის ორგანიზმში უნდა ხდებოდეს რაიმე სხვა გზით, ალბათ, თვით პიგმენტის აქტიური გადანაცვლების გზით.

ეს საკითხი (პიგმენტის გადანაცვლებისა) ჩემთვის ამ შემთხვევაში ნაკლებ ინტერესს წარმოადგენს. მე მაინტერესებს ვნახო ჩანასახის სხეულში ის ნაწილები, სადაც გროვდება პიგმენტი, ასე ვთქვათ, მაინტერესებს ჩანასახის „პიგმენტის დეპოების“ საკითხი.

II. მასალა და მეთოდი

შესაძლებლობა მომეცა დამეწყო კვლევითი მუშაობა მარტის ბოლო რიცხვებში, როდესაც სადგურის თანამშრომელმა ექვთიმისვილმა ბანისხევიდან ჩამოიტანა *R. macrocnemis*-ის ქვირითი.

მასალა დაფიქსირებული იყო კუდის კვირტის ადრულ და გვიან სტადიებში პეტრუნკევიჩის (*Petrunkewitsch*) ახალი ფიქსატორით [7].

პეტრუნკევიჩის ფიქსატორი

შზადდება ორი ძირითადი ხსნარი, რომელთა ინახება მინის საცობით დაცულ ჭურჭელში.

ძირითადი ხსნარი A

გამობდილი წყალი 100 სმ³
 აზოტის მჟავა 12 სმ³
 აზოტმჟავა სპილენძი (NO₂)₂ 8 გ

ძირითადი ხსნარი B

სპირტი 80° 100 სმ³
 კრისტალური ფენოლი 4 გ
 ეთერი 6 სმ³

ცხოველის ფიქსაციის წინ ხდება ორი ხსნარის შეზავება შემდეგი პროპორციით:

A ხსნარი 1

B ხსნარი 3

შეზავებულ მდგომარეობაში ხსნარს 48 საათამდე აქვს მოქმედების უნარი. ჩვენ მიერ აღებულ ჩანასახების ფიქსირებისთვის (ზეთი ჩანასახისათვის) საკმარისია 2 სმ³ შეზავებული ხსნარისა. ფიქსირების ხანგრძლივობა დამოკიდებულია საფიქსაციო ობიექტის სიდიდებზე; ხსნარი აფიქსირებს ერთი საათის განმავლობაში საფიქსაციო ობიექტის 0,5 მმ. ამგვარად, *R. macrocnemis*-ის ადრეული და გვიანი კუდის კვირტის სტადიის ჩანასახები ფიქსირდება 3-4 საათის განმავლობაში. ფიქსაციის შემდეგ წარმოებს ფიქსირებული მასალის გარეცხვა 70° სპირტში (3-4-ჯერ გამოცვლით).

პეტრუნკევიჩის ფიქსატორით დაფიქსირებული ობიექტები კარგად იღებება ყველა საღებავით.

R. macrocnemis-ის ჩანასახები შეღებილი იყო ტოტალურად ბორის კარმინით.

ბორის კარმინი

ბორაკსისა 4 გ განზავდება 100 სმ³ დესტილირებულ წყალში. ხსნარს, მისი გაციების შემდეგ, ნელნელა ემატება კარმინის ფხვნილის 3 გრამი. შემდეგ დაემატება 100 სმ³ 70° სპირტი 24 საათის შემდეგ, ხსნარი იფილტრება. ფილტრაცია ნელა (24 საათის განმავლობაში) მიმდინარეობს.

ტოტალური შეღების მიზნით ჩანასახები მოთავსებული იყვნენ დაცხრილულ სინჯარებში (6) და ამგვარად ტარდებოდნენ აღმავალი რიგის სპირტებსა და საღებავებში. პარაფინში ჩაყალიბებული ობიექტები დაიჭრა სიგრიდივად მკ სისქის ანათლებად.

ჩემ მიერ გამოყენებული იყო აგრეთვე *B. bombyna*-ს და *P. fuscus*-ის ჩანასახების პრეპარატები, რომლებიც პ. ჭანტურიშვილის მიერ სულ სხვა მიზნით იყო დამზადებული.

პრეპარატები ჩავხატე ნაშეს (Nachet) აპარატის პროექციული სარკის დახმარებით.

III. გამოკვლევის შედეგები

ა) კანის ექტოდერმის პიგმენტაცია

ყველა ჩემ მიერ შესწავლილ ობიექტს კანის ექტოდერმის პიგმენტაცია, როგორც თავის, ისე სხეულის არეში, ასე თუ ისე თანაბრად აქვს გამოსახული. *R. macrocnemis*-ის ჩანასახებს, როგორც თავის, ისე სხეულის არეში, მელანოფორები დიდი რაოდენობით მოვპოვება.

B. bombina-ს ჩანასახებს, როგორც თავის, ისე სხეულის არეში, მელანოფორები ნაკლები აქვს. პირის ნაწილის ექტოდერმა (მისაწოვრების ექტოდერმა) ყველა შემთხვევაში მეტადაა პიგმენტირებული.

ბ) საყნოსავი პლაკოდის პიგმენტაცია

ყველა ჩანასახის საყნოსავი პლაკოდა კუდის ადრეული და გვიანი კვირტის სტადიაში წარმოიშვება ექტოდერმის (როგორც გარეთა ისე შიგნითა შრის) ინვაგინაციის გზით. ხშირად საყნოსავი პლაკოდები ახლო კავშირში იმყოფებიან თავის წინა ტვინთან. ამ სტადიაში პლაკოდის უჯრედები კანის სიბრტყის პერპენდიკულარულად არიან დაგრძელებული და რამდენიმე შრედ განეწყობიან. ბირთვებს ბაზალური განწყობა ახასიათებს.

პიგმენტი, რომელიც კანის ექტოდერმაში უფრო ზედაპირზე არის განწყობილი (კანის გარეთა შრეშია), კანის ინვაგინაციასთან დაკავშირებით იწყებს საყნოსავი პლაკოდის სიღრმეში ჩაძირვას და, ამრიგად, პიგმენტს ვნახულობთ პლაკოდის როგორც გარეთა, ისე შიგნითა ზედაპირზე (ნახ. 1). მოყვანილ შემთხვევაში *R. macrocnemis*-ის ჩანასახების საყნოსავი პლაკოდის პიგმენტი უჯრედების ბირთვებს გარს ეკვრის მთლიანად ან ნაწილობრივ.

P. fuscus-ის ჩანასახებს, რომელთაც *R. macrocnemis*-ის ჩანასახებთან შედარებით ნაკლები პიგმენტაცია ახასიათებს, საყნოსავ პლაკოდაშიც ნაკლები პიგმენტი აქვთ, მაგრამ იგი აქ მაინც უფრო მეტია კანის ექტოდერმასთან შედარებით (ნახ. 2). მოყვანილ შემთხვევაში პიგმენტი უფრო დიფუზურადაა განლაგებული თანაბარი ზომის პატარა მარცვლების სახით.

B. bombina-ს ჩანასახებს საყნოსავ პლაკოდაში პიგმენტის კონცენტრაცია კიდევ უფრო მკვეთრად აქვთ გამოსახული (ნახ. 3), რადგან ის მცირე რაოდენობა პიგმენტისა, რომელიც აქ გროვდება, ბომბინას კანის ნაკლებად პიგმენტირებულ ფონზე უფრო მკვეთრად ჩანს. ამ შემთხვევაშიაც პიგმენტის განლაგება პლაკოდაში დიფუზურია.

გ) სასმენი ბუშტის პიგმენტაცია

როგორც გვაჩვენა პ. ჰანტურიშვილი [4], სასმენი ბუშტის უჯრედების ბირთვების განწყობას პოლარობა არ ახასიათებს. *R. macrocnemis*-ის ჩანასახებზე ჩემ მიერ ნახულია მეტად საინტერესო შემთხვევები მთლიანი მელანოფორების დაგროვებისა სასმენი ბუშტის ღრუში (ნახ. 4).

ბუშტის კედლებშიაც პიგმენტის ნივთიერება ბლომიდაა მოკუმული. მეორე შემთხვევაში კიდევ უფრო კარგად ვრწმუნდებით ნათქვამის სისწორეში (ნახ. 5). პიგმენტი, რომლითაც მდიდარია სასმენი ბუშტი, განსაკუთრებით დაგროვილია მის შიგნითა კედელზე. პიგმენტის მეტად დიდი კონცენტრაციის გამო, სასმენი ბუშტი უფრო მუქი ფერისა ჩანს. ბუშტის კედლის გარეთა ზედაპირზე პიგმენტს უფრო დიფუზური განწყობა ახასიათებს. თუ მეტად პიგმენტირებულ *R. macrocnemis*-ის ჩანასახს შევადარებთ ნაკლებად პიგმენტირებულ *P. fuscus*-ისას, დავინახავთ (ნახ. 6), რომ აქაც პიგმენტის კონცენტრაციას ადგილი აქვს სასმენ ბუშტში.

როგორც ნახატიდან ჩანს, პიგმენტის მარცვლები *P. fuscus*-ის ჩანასახებს აგრეთვე ბუშტის კედლის შიგნითა ნაწილში უგროვდება. გარეთა ზედაპირი ბუშტის კედლისა პიგმენტისაგან თითქმის თავისუფალია.

დ) თავისა და ზურგის ტვინის პიგმენტაცია

ისევე, როგორც ყველა აღწერილ შემთხვევებში, თავისა და ზურგის ტვინი წარმოადგენს ჩანასახთა განვითარების ამ სტადიაში „პიგმენტის დეპოს“ (ნახ. 7 და ნახ. 8). აქაც აღსანიშნავია პიგმენტის დაგროვება ორგანოს კედლის შიგნითა ნაწილში. მე-7 ნახ-ზე კარგად ჩანს, რომ ჩანასახის ფიქსაცია მომხდარა პიგმენტის მარცვლების ტვინის შიგნით გადანაცვლების ისეთ მომენტში, როდესაც ისინი ჯერჯერობით ბლომად მოიპოვებიან ტვინის კედლის გარეთა ნაწილშიაც. ჩანს პიგმენტის მარცვლების გადანაცვლების გზები, ისინი უმთავრესად ტვინის უჯრედთა შორის არეებშია მოთავსებული. ამის გამო მოყვანილ ნახ-ზე ვხედავთ, რომ თავის და ზურგის ტვინი თითქოს დასერილია შავი ზოლებით, რომლებიც მის გარეთა ზედაპირიდან ტვინის ღრუსკენ მიიმართებიან. ამ შემთხვევაშიაც საინტერესოა მეტად პიგმენტირებულ *R. macrocnemis*-ის ფორმას შევადაროთ ნაკლებად პიგმენტირებული *P. fuscus*-ის ჩანასახი (ნახ. 8). თავისა და ზურგის ტვინი მოყვანილ შემთხვევაშიაც „პიგმენტის დეპოს“ წარმოადგენს; აქაც პიგმენტი ტვინის კედლის შიგნითა ნაწილში გროვდება. *P. fuscus*-ის ჩანასახებზე, მართალია, ვერ ვნახულობთ ისეთივე ზოლებს, როგორც ეს ჩანს *R. macrocnemis*-ის შემთხვევაში, მაგრამ პიგმენტის კონცენტრაციის ტენდენცია ტვინის შიგნითა ნაწილში აქაც სრულიად აშკარაა.

ე) თვალის ბროლის პიგმენტაცია

ქანტურიშვილის ნაშრომში [4] მოკუმულია ნახატი, რომელზედაც ნაჩვენებია *P. caucasicus*-ის ბროლის ღრუში პიგმენტის დაგროვების შემთხვევა. ჩემ მიერ ნახული არის *R. macrocnemis*-ის ჩანასახებზე პიგმენტის დაგროვების უფრო კარგად გამოსახული მაგალითები (ნახ. 9).

როგორც მოყვანილ ნახ-დან ჩანს, ბროლის ღრუში არის არა მარტო თვით ბროლის დაპიგმენტებული უჯრედები (?), არამედ პიგმენტის ნივთიერების მარცვლებიც კი. ბროლის კედლებში ზოგიერთ შემთხვევაში ვნახულობთ



პიგმენტის მარცვლებს; უფრო ხშირად კი აქ პიგმენტი არ მოიპოვება. თუ მოყვანილ შემთხვევას შევადარებთ *P. fuscus*-ის ბროლის პიგმენტაციას, დაინახავთ, რომ აქ [(ნახ. 10) უმთავრესად საქმე გვაქვს დაპიგმენტებული უჯრედების გამოცენასთან ბროლის ღრუში,

დასკვნები

ამ მუშაობის ჩატარების დროს გამოვიყენე შედარებითი მეთოდი აღწერილობითი ემბრიოლოგიისა.

მომეცა შესაძლებლობა გამეცა პასუხი კითხვაზე იმის შესახებ, თუ *Anura*-ს ჩანასახების განვითარების დროს სხეულის რა ნაწილებში ხდება პიგმენტის კონცენტრაცია. ჩატარებულმა გამოკვლევამ დამინახვა, რომ პიგმენტის დაგროვების ადგილს წარმოადგენენ კანის ექტოდერმა და ის ორგანოები, რომლების ონტოგენია უშუალოდაა დაკავშირებული კანთან.

აღწერილ ფაქტებისაგან მე არ ვიჩქარი გავაკეთო რაიმე კატეგორიული დასკვნა, რათა ამ დასკვნამ სპეკულატური ხასიათი არ იქონიოს.

ექვს გარეშეა მაინც ის მდგომარეობა, რომ ყველა აღწერილ შემთხვევაში ჩვენ პიგმენტის აქტიურ გადაადგილებასთან გვაქვს საქმე. ამის შესახებ ნათლად მოწმობს, მაგალითად, პიგმენტის გამოცენის ფაქტი *R. macrocnemis*-ის, *P. caucasicus*-ისა და *P. fuscus*-ის ლინზის ღრუში, აგრეთვე ფაქტი პიგმენტის დაგროვებისა სასმენ ბუშტის შიგნით.

რა ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს პიგმენტის დაგროვებას ორგანოებში მათი განვითარების დროს ძნელი სათქმელია. ეს საკითხი სპეციალურ გამოკვლევის საგანს წარმოადგენს და აუცილებლად თხოულობს ექსპერიმენტული მეთოდის გამოყენებას.

დასასრულ, მადლობას ვუცხადებ ბიოლოგიის მეცნიერებათა კანდიდატს პ. ჭანტურიშვილს ამ თემის დამუშავების დროს უშუალო ხელმძღვანელობისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ზოოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 29.1.1942)

В. Л. КАНКАВА

 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПИГМЕНТНЫХ КЛЕТОК В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ
 БЕСХВОСТЫХ АМФИБИЙ

Резюме

Роль пигмента на постэмбриональных стадиях развития более или менее изучена, и случаи его концентрации в различных частях организма на этих стадиях легко объяснимы. Менее ясен вопрос о роли пигментов на ранних стадиях эмбрионального развития: в связи с этим мы поставили целью в первую очередь изучить распределение пигмента у зародышей некоторых *Anura*. Для изучения взяты ранние эмбриональные стадии *Rana macropsnemis*, *Pelobates fuscus* и *Bombina bombina*.

Исследование показало, что местом скопления пигмента является кожа и органы, развитие которых непосредственно связано с кожей, как-то: обонятельная плакода (рис. 1, 2, 3), слуховой пузырек (рис. 4, 5, 6), головной мозг (рис. 7, 8), линза (рис. 9, 10).

При сравнении между собой упомянутых видов оказывается, что среди них наиболее пигментированными являются зародыши *B. macropsnemis*.

Академия Наук Грузинской ССР
 Зоологический Институт
 Тбилиси

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И. Д. Стрельников. К вопросу о продукции тепла при полете насекомых и под действием солнечной радиации. Изд. Инст. Лесгафта, т. XIX, вып. 1, 1935.
2. G. P. Dushane. The origin of pigment cells in Amphibia. *Science*, 80, 1934.
3. A. C. Eyclesheumer. The early development of amblystoma, with observations on some other vertebrates. *Journ. morph. Bost.* vol. X, 1895.
4. П. С. Чантуришвили. Типичное развитие эмбрионального глаза (*Oculus embryonalis*) некоторых *Anura* (рукопись), 1940.
5. В. Попов, М. Кислов, М. Никитенко и П. Чантуришвили. О линзообразующей способности головного и туловищного эпителия *Pelobates fuscus*, *Bufo viridis*, *Bombina bombina* и *Triton cristatus*. Тр. Ин-та эксп. морф. МГУ, т. VI, 1938.
6. П. С. Чантуришвили. Упрощение проводки гистологического материала через спирты. «Лабораторная практика», № 1, 1941.
7. Petrunkevitch. *Science*, vol. 77, № 1987, 1933.



ფსიქოლოგია

რ. ნათაძე

კლასიფიკაციის დაუფლების ძირითადი ეტაპები სასკოლო პერიოდში

(ზოგადი შედეგები) ⁽¹⁾

სასკოლო ასაკის ბავშვებზე — 7 წლიდან 17 წლამდე ჩათვლით — ჩატარებული იყო კლასიფიკაციის ორი ექსპერიმენტი. პირველში ბავშვებს ევალუბოდა ტრანსპორტის სახეების სურათების კლასიფიკაცია 4 ჯგუფად, რის ადექვატური შესრულება შესაძლებელი იყო მხოლოდ ტრანსპორტის მამოძრავებელი ძალის სახეების მიხედვით: „მექანიკური“ ძალით, ბუნების ძალით, ცხოველის გამწევი ძალისა და ადამიანის კუნთური ძალის საშუალებით მოძრავი ტრანსპორტი.

მეორე ექსპერიმენტში საკლასიფიკაციო მასალას შეადგენდა ცალკეული წარწერები, რომელნიც ადამიანთა შორის სხვადასხვა მიმართებას გამოხატავდნენ; მაგ.: „ძმობილები“, „მეგობრები“, „დები“, „ერთი კაცის შეილიშვილები“, „თანამშრომლები“, „მეზობლები“, „ერთ ტრამეიში მჯდომი ადამიანები“ და სხვ.

ჩვენი ცდის მასალის სპეციფიკურობის გამო მის საფუძველზე შესაძლებელია კლასიფიკაციის მხოლოდ იმ ფორმის გაშუქება, რომელიც საგანთა დაჯგუფებას არათვალსაჩინო ნიშანთა მიხედვით გულისხმობს ⁽²⁾.

დაბალ კლასებში ბავშვებს ამოცანის მიღებისთანავე უჩნდებათ ტენდენცია მასალის დაჯგუფებისა „სენსორულ“ (თვალსაჩინო) თვისებების მიხედვით. და მათთვის დიდ დაბრკოლებას სწორედ ის წარმოადგენს, რომ მოწოდებული მასალა ამ ნიშნებით ვერ ჯგუფდება. მოსალოდნელია, რომ თვალსაჩინო ნიშნების მიხედვით დასაჯგუფებელი მასალის შემთხვევაში გამოვლინდება კლასიფიკაციის სხვა, ჩვენ მიერ შილებულ ფორმებისაგან განსხვავებული, ფორმები.

⁽¹⁾ აქ მოგვეყვას მხოლოდ ძირითადი დასკვნები, დეტალურად იხ. [1].
⁽²⁾ თვალსაჩინო ნიშანთა მიხედვით კლასიფიკაციის შესახებ სკოლამდელ ასაკში იხ. [2].

თავისუფალი (დანმარების გარეშე) კლასიფიკაცია⁽¹⁾

ჩვენს მასალაში მოცემულ კლასიფიკაციის მრავალნაირ ცდათა შორის მასალის დაჯგუფების ძირითადი ხასიათის ფორმებს შემდეგი ფორმები წარმოადგენენ

1. არითმეტიკული გაყოფა.

თავისუფალი დაჯგუფების ერთ-ერთ უმდაბლეს ფორმათაგანს მასალის არითმეტიკული გაყოფა წარმოადგენს, რომელსაც ჩვენს ცდებში შედარებით იშვიათად ჰქონდა ადგილი. ბავშვი ჰყოფს მასალას ჯგუფების დავალებულ რაოდენობაზე, ჯგუფებს შორის იცავს საგანთა რაოდენობის თანასწორობას და სრულიად ყურადღების გარეშე სტოკებს თვითონ საგნების თავისებურებებს. საგანი ამ შემთხვევაში მხოლოდ ერთეულია და ბავშვი ცდილობს ჯგუფებში ამ ერთეულთა რიცხვის თანასწორობის დაცვას. ჩვენს მასალაში ეს არის დაჯგუფების ერთადერთი ფორმა, რომელშიაც ბავშვი დასაჯგუფებელ საგნებს მხოლოდ გარედან უყურებს—ასე ვთქვათ გარეგანი თვალსაზრისით უდგება, საგანთა თვისებების აბსოლუტური იგნორაციით.

2. „ჯაჭვური“ დალაგება.

დაჯგუფების ერთ-ერთ უმდაბლეს ფორმათაგანს ჩვენს ცდებში ყველაზე იშვიათი დაჯგუფება—„ჯაჭვისებური“ დალაგება—წარმოადგენს. ამ სახის დაჯგუფების დროს ბავშვი ყოველ ცალკე საგანს ისევ ერთს, ცალკეულ საგანს უკავშირებს მიმსგავსებით და ასე მორიგეობით, ერთეულ საგანთა მიმსგავსებით ალაგებს მთელ მასალას. ისე რომ, საბოლოოდ, მთელი მასალა ერთ რიგად (ერთ ჯგუფად) არის დალაგებული.

„არითმეტიკული“ გაყოფის საწინააღმდეგოდ, ამ დაჯგუფების შემთხვევაში, ბავშვი თვით საგნების თავისებურებებიდან გამოდის, ე. ი. „შიგნიდან“ და „არა გარედან“ უდგება დაჯგუფებულ მასალას. სამაგიეროდ, მასალის ჯგუფების დავალებულ რაოდენობაზე დაყოფის ნაცვლად, იგი ღებულობს არსებითად, მთელი მასალის გაუყოფელ, ჰომოგენურ ერთ კატეგორიას—ერთ ჯგუფს. ამის გარდა, დაჯგუფების ეს ფორმა გამორიცხავს „ჯგუფის ცნობიერებას“: ყოველი ინდივიდუალური საგანი უკავშირდება (ემსგავსება) მეორეს—ისევ ინდივიდუალურ კონკრეტ საგანს. შემდეგი საგანი უკავშირდება ისევ ერთს, მის წინ დადებულ კონკრეტ საგანსა და ასე შემდეგ. ბავშვი არა თუ საგანთა ჯგუფს არ იღებს მხედველობაში, არამედ იმ საგნებსაც არ აქცევს ყურადღებას, რომელიც ერთი ორი საგნის წინ იყო დადებული. ხოლო რამდენადაც საგანთა მიმსგავსება არ ხდება ერთი და იმავე თვალსაზრისით, გასაგებია, რომ ასეთი „დაჯგუფების“ რეზულტატში სრულიად ჰეტეროგენული, თვით ბავშვის თვალსაზრისითაც უცხო საგნები, ერთ რიგში თავსდება: a უკავშირდება b-ს, b—c-ს, c—d-ს, ხოლო a-სა და d-ს შორის შესაძლებელია სრულიად არავითარი მსგავსება არ იყოს⁽²⁾.

⁽¹⁾ ამ წერილში არ ვიხილავთ კლასიფიკაციის იმ ფორმებს, რომელსაც ჩვენი ცდის პირები ცდის ხელმძღვანელის დამხმარე კითხვებისა და ახსნის შემდეგ იღვწოდნენ.

⁽²⁾ ამ ტიპის დაჯგუფება აღწერილი აქვს ვიგოტსკის [3].

დაჯგუფების ამ ფორმაში გასარჩევია რამდენიმე სახე .იმის მიხედვით, თუ რა საფუძველზე ახდენს ბავშვი საგნების „მიმსგავსებას“.

ა) ყველაზე პრიმიტიულ მიმსგავსებას ისეთი მიმსგავსება შეადგენს, რომლის დროსაც ბავშვი საგნებს ამსგავსებს მხოლოდ სუბიექტური შთაბეჭდილების მიხედვით და ვერ აძლევს თავის თავს ანგარიშს ამ მსგავსების ობიექტური საფუძვლების შესახებ: იგი ვერ ახდენს იმ ნიშანთა ობიექტივაციას, რომლითაც ემსგავსებიან საგნები (მან არ იცის „რითია მსგავსი“ ეს საგნები).

ბ) მიმსგავსების მეორე სახეს ისევ სუბიექტური მიმსგავსება შეადგენს იმ განსხვავებით, რომ მის დასაბუთებისას ბავშვი მიუთითებს მსგავსების „ნიშნებს“. მაგრამ ეს ნიშნები „რაგინდარა“ ნიშნებია („ნემპორტეკიზმი“), რომელნიც სრულიად არ გამოხატავენ ბავშვის მსგავსების შთაბეჭდილებას, არ გამოხატავენ საგანთა შორის ნამდვილ მიმართებას: მაგალითად, დასახელებული ნიშანი არ ახასიათებს ორივე საგანს ან სხვა საგნებსაც ახასიათებს და სხვ.

გ) მიმსგავსების მაღალ ფორმას ობიექტური მიმსგავსება, ე. ი. საგანთა ობიექტური ნიშნების მიხედვით მიმსგავსება შეადგენს: ბავშვი ახდენს იმ ნიშანთა ობიექტივაციას, რომლითაც ამსგავსებს საგნებს.

3. წყვილ-წყვილად დაჯგუფება.

წყვილ-წყვილად დაჯგუფება ჩვენს ცდაში დაჯგუფების პრიმიტიულ ფორმათა შორის ყველაზე გავრცელებულ ფორმას წარმოადგენს. ამ დაჯგუფების დროსაც ბავშვი ცალკეული საგნის ისევ ცალკეულ კონკრეტ საგანთან მიმსგავსებას ახდენს და ამ მიმსგავსების საფუძველზე მასალას შემდეგნაირად აჯგუფებს. იგი გამოჰყოფს ორ საგანს, რომელიც მას მსგავსად მიაჩნია, გადასდებს საგანთა ამ წყვილს ცალკე და შემდეგ გადადის მეორე ორ მსგავს საგანზე (მეორე წყვილზე) და ასე შემდეგ. ამ გზით ბავშვი გამოჰყოფს ჩვეულებრივი საგნების მხოლოდ ნაწილს, ხოლო დანარჩენებს დაჯგუფების გარეშე სტოვებს.

თუმცა ამ დაჯგუფების დროსაც ბავშვი მხოლოდ ცალკეული საგნების მიმსგავსებიდან გამოდის, მაგრამ ჯაჭვური დაჯგუფების საწინააღმდეგოდ, იგი მასალის მოცემულ სიმრავლეს მაინც ჯგუფებად ჰყოფს; მასალა, თუმცა წყვილ-წყვილად, მაგრამ მაინც დაჯგუფებული რჩება. რაც შეეხება „ჯგუფის ცნობიერებას“, მას არც ამ დაჯგუფების დროს აქვს ადგილი: მიმსგავსება ხდება ორი ინდივიდუალურ საგანთა შორის, დანარჩენი მასალის მხედველობაში მიღების გარეშე.

დაჯგუფების ეს ფორმაც შეიცავს არსებითად განსხვავებულ სახეებს, საგანთა მიმსგავსების განსხვავებული საფუძვლების მიხედვით: საგანთა წყვილების გამოყოფას საფუძვლად უდევს: ა) სუბიექტური მიმსგავსება ნიშნის დასახელების გარეშე, ბ) ისევ სუბიექტური მიმსგავსება რაგინდარა ნიშნების მითითებით და გ) ობიექტური მიმსგავსება.

4. დამოუკიდებელი ჯგუფების გამოყოფა.

კლასიფიკაციის ეს ფორმა იმით განსხვავდება წინა ფორმებისაგან, რომ აქ ორი ცალკეული საგნის ურთიერთ მიმსგავსების ნაცვლად უკვე მიღწეულია ჯგუფების გამოყოფა. ბავშვი ერთ საგანს მეორეს კი არ აკუთვნებს, არა-

მედ მიკუთვნებას მთელ ჯგუფისათვის აწარმოებს (სხვა ანგარიშია, რომ ეს „ჯგუფიც“ სხვადასხვანაირად არის წარმოდგენილი ბავშვის ცნობიერებაში), ისე რომ, პრაქტიკულად მიიწვ, ამ საფეხურზე „ჯგუფის ცნობიერება“ უკვე მოცემულია. მაგრამ ამ ჯგუფების გამოყოფა ხდება არა კლასიფიკაციის წესით, ე. ი. არა ერთი საერთო პრინციპის მიხედვით, არა ერთი თვალსაზრისის მიხედვით, არამედ თითოეული ჯგუფის დანარჩენ ჯგუფებისა და მთელი დანარჩენი მასალისაგან დამოუკიდებლად. ყოველი ჯგუფი დგება დანარჩენი მასალის მხედველობაში მიღების გარეშე: როდესაც ბავშვი დაასრულებს მსგავსი საგნებიდან ერთი ჯგუფის შედგენას, მხოლოდ მაშინ იწყებს მეორენაირ მსგავსი საგნების გამოყოფას და ამ გზით მეორე ჯგუფის შედგენას და ა. შ. ისე რომ, არსებითად აქ კლასიფიკაციას კი არა აქვს ადგილი, არამედ მსგავსი საგნების ჯგუფების გამოყოფას; გამოყოფილი ჯგუფების რაოდენობას ბავშვი მხედველობაში არღებულობს—იგი სრულიად არ დაეძებს რამდენი ჯგუფი გამოუვა მას, თუმცა დავალებული აქვს ჯგუფების გარკვეული რაოდენობის გამოყოფა (ოთხად დაჯგუფება). ეს ფორმაც შეიცავს რამდენიმე სახეს: ა) საგნები თავსდება ერთ ჯგუფში სუბიექტური მიმსგავსებით: ბავშვი ვერ ახდენს მის მიერ გამოყოფილი ჯგუფის ობიექტივაციას, ვერ მიუთითებს რითია ეს საგნები „ერთნაირი“ ან „მსგავსი“, ბ) საგნები თავსდება ჯგუფში ისევე სუბიექტური შთაბეჭდილებით, მაგრამ ამ ოპერაციის დასაბუთებისას ბავშვი მიუთითებს რაგინდარა ნიშნებს—ჯგუფისათვის არა სპეციფიკურს.

5. დაჯგუფება „ემპირული კომპლექსის“ მიხედვით.

ბავშვი ერთ ჯგუფში ათავსებს საგნებს არა მიმსგავსებით, არამედ მისი (ბავშვის) გამოცდილებაში ერთი კომპლექსისათვის კუთვნილების მიხედვით. მაგალითად, ყველა საგანს, რომელიც „სადღურის“ კომპლექსში შედის, ერთ ჯგუფში ათავსებს¹. ჩვენს ცდაში ასეთი დაჯგუფების მხოლოდ ერთ-ერთი შემთხვევა დადასტურდა. ამ ცდის პირის დაჯგუფება ჩვეულებრივ მოცემულია ზემოთ განხილულ დაჯგუფებასთან (ჯგუფის გამოყოფა) ერთად: ერთ ჯგუფს ბავშვი გამოჰყოფს „კომპლექსის“ მიხედვით, დანარჩენებს კი მიმსგავსებით (მაგალითად, ერთ ჯგუფში შეაქვს ორთქლმავალი, ვაგონი, ავტოკარი და ხელსაზიდი (тачка) და სხვ.).

6. დაჯგუფება „გადაჯვარდინებული“ პრინციპებით და მექანიკური გაყოფით.

ბავშვი აწარმოებს დაჯგუფებას რამდენიმე ნიშნის მიხედვით, ისე რომ ჯგუფების ნაწილს გამოჰყოფს ერთი პრინციპით (ერთი ნიშნით), ხოლო სხვა ჯგუფებს მეორე ნიშნით, რომელიც არ ამორიცხავს აუცილებლად პირველ ნიშანს. ამიტომ ერთი და იგივე საგანი, იმისდა მიხედვით, რომელი ნიშნით მოხდა მისი მიკუთვნება, შეიძლება მოხედეს სხვადასხვა ჯგუფში ერთდროულად. ამის გარდა, იმ შემთხვევაში, როდესაც ამ გზით მიღებული ჯგუფების რაოდენ-

¹ შეად. ვიგოტსკის მიერ გაფორმდებული „კომპლექს-კოლექცია“ [3].

ნობა არ ემთხვევა დავალებულ რაოდენობას (მასზე ნაკლები არის) ბავშვი მექანიკურად, ასე ვთქვათ არითმეტიკულად, გამოჰყოფს რამდენიმე საგანს ახალ ჯგუფში, რათა შეავსოს ჯგუფების დანაკლისი, ე. ი. არსებითად გადადის გაყოფის და არა კლასიფიკაციის პრინციპზე, თუმცა შემდეგ კი ცდილობს მონახოს რაიმე ობიექტური საბუთი, ე. ი. მონახოს ამ უკანასკნელი ჯგუფის გამაერთიანებელი ობიექტური ნიშანი.

ამ საფეხურამდის ტიპური რჩება კლასიფიკაციის თვალსაზრისის გაქვევებული, სტაბილური ხასიათი, რის გამოც ბავშვს არ შეუძლია თვალსაზრისის შეცვლა: ერთ საგანში სხვადასხვა ნიშნის დანახვა, მაგალითად, თუ გარკვეული საგნები მისთვის ხმელეთზე მიმავალს ნიშნავს, იგი ველარ დანახავს ამ საგნებში ცალცალკე მანქანით მოძრაეს და ცხოველის ძალით მოძრაე საგანს.

7. დაჯგუფება მხოლოდ გადაჯვარედინებული პრინციპებით.

ბავშვი აჯგუფებს მასალას ჯგუფების დავალებულ რაოდენობაზე გარკვეული ნიშნების მიხედვით. ოღონდ არა ერთი, ყველა ჯგუფის გამაერთიანებელი პრინციპით, არამედ რამდენიმე (ჩვეულებრივ ორი) გადაჯვარედინებული პრინციპით, ე. ი. რამდენიმე ისეთი ნიშნით, რომელნიც ერთი მეორეს არ გამოორიცხვენ: ორ, სამ ჯგუფს გამოყოფს ერთი ნიშნის მიხედვით, ხოლო დანარჩენს სულ სხვა ნიშნით, რომელსაც არავითარი კავშირი არა აქვს პირველთან, შედეგში ღებულობს გადაჯვარედინებულ ჯგუფებს, ე. ი. ისეთ ჯგუფებს, რომელნიც არ გამოორიცხვენ მათში შესულ საგანთა სხვა ჯგუფისათვის მიკუთვნების შესაძლებლობას. მაგალითად, ერთ ჯგუფში შედის წყლის ტრანსპორტი, ხოლო მეორეში მექანიკური ტრანსპორტი. ამ შემთხვევაში ერთი და იგივე საგანი (მაგ., გემი) შეიძლება იყოს მიკუთვნებული ორივე ამ ჯგუფისათვის.

ამ საფეხურზე ჩვეულებრივ რამდენიმე ჯგუფის (2,3) გამოყოფა ხდება საერთო პრინციპით, ხოლო რამდენადაც ამ პრინციპით ჯგუფების დავალებულ რაოდენობას ბავშვი ვერ მიიღებს, იგი, დანარჩენი ჯგუფების მისაღებად მეორე პრინციპზე, მეორე თვალსაზრისზე გადადის.

ამ საფეხურისათვის უკვე მიღწეულია კლასიფიკაციის თვალსაზრისის „გაქვევებულობის“, მისი სტაბილურობის ნაწილობრივი დაძლევა, რის შედეგადაც ბავშვს შეუძლია, დავალების შემთხვევაში მაინც, კლასიფიკაციის სხვა თვალსაზრისის ძიება, ე. ი. ერთი და იმავე საგნის სხვადასხვა თვალსაზრისით განხილვა შეუძლია.

8. კლასიფიკაცია ერთი პრინციპის მიხედვით.

დაჯგუფების ამ ფორმა პირველი ნამდვილი კლასიფიკაცია მდებარე მიგვიყვანს: საგანთა დაჯგუფება ხდება ფაქტიურად, ერთი ზოგადი, ყველა კატეგორიის გამაერთიანებელი, ნიშნის თვალსაზრისით, ამ ზოგადი ნიშნის სახეების დიფერენციაციის გზით; სხვა საკითხია რამდენად გაცნობიერებულია ამ ზოგადი ნიშნის თვალსაზრისი—ფაქტიურად (პრაქტიკულად) დაჯგუფება ასეთია.

ამ კლასიფიკაციის ობიექტივაციის თვალსაზრისით გასარჩევია რამდენიმე, არსებითად განსხვავებული, საფეხური.

ა) სწორი კლასიფიკაციის მიუხედავად, ე. ი. მისი პრაქტიკული დაუფლების მიუხედავად, ბავშვი ვერ ახდენს კლასიფიკაციის ნიშნისა და გამოყოფილი ჯგუფების ობიექტივაციას (ეს ფორმა უფრო დამახასიათებელია რელატიური მასალის დაჯგუფებისათვის).

ბ) არა სწორი, დამახინჯებული ობიექტივაცია სწორად კლასიფიცირებული მასალისა: არა სპეციფიკური ნიშნის მითითება, ამ ნიშნის დამახინჯებული გაგება და სხვ.

გ) სწორად გამოყოფილი ჯგუფების ცალკე საგნებით რეპრეზენტაცია: ცალკე საგანი აღებულია „ამდაგვარის“ წარმომადგენლად. საგანთა კატეგორია წარმოდგენილია ცალკეულ, კონკრეტ საგნით, როგორც კატეგორიის ნიმუშით.

დ) არსებითი ნიშნის „დაახლოებით“ სწორი, ზერელე ობიექტივაცია, რომელიც დამახასიათებელია უფრო რელატიური მასალის დაჯგუფებისათვის.

ე) სწორ ობიექტივაციას აღწევენ მხოლოდ გამოყოფილი ჯგუფების ურთიერთ შედარების საფუძველზე, რასაც ცდის ხელმძღვანელი მოითხოვს.

ვ) კლასიფიკაციის პრინციპის, გამოყოფილი ჯგუფების არსებითი ნიშნის სწორი ობიექტივაცია. ამ საფეხურზე პირველად მიიღწევა ნამდვილი კლასიფიკაციის დაუფლება.

9. კლასიფიკაციის რელატივობის დაუფლება.

ცალკე ცდის პირები აღწევენ კლასიფიკაციის ნიშანთა ობიექტივაციის მაღალ ხარისხს და კლასიფიკაციის რელატივობის დაუფლებას. ამ საფეხურზე მოზარდი კლასიფიკაციის დაწყებამდის აყენებს საკითხს კლასიფიკაციის პრინციპის შესახებ და ახდენს ამ პრინციპის რელატივობის ობიექტივაციას; მას ესმის ერთი და იმავე მასალის სხვადასხვა თვალსაზრისით სხვადასხვა დაჯგუფების შესაძლებლობა და კლასიფიკაციის დაწყებამდის რამდენიმე შესაძლო თვალსაზრისის შეფასებას ახდენს.

ამ უკანასკნელ საფეხურზე უკვე სრულიად დაძლეულია კლასიფიკაციის დაბალ ფორმებისათვის დამახასიათებელი თვალსაზრისის სტაბილობა, რომლის გამო ბავშვს არ შეეძლო კლასიფიკაციის თვალსაზრისის შეცვლა. ამ უმაღლეს საფეხურზე ბავშვი არა მხოლოდ სცვლის კლასიფიკაციის თვალსაზრისს, არამედ, როგორც ვთქვით, ახდენს მისი შეცვლის შესაძლებლობის წინასწარ ობიექტივაციას და სპონტანურად ეუფლება კლასიფიკაციის რამდენიმე თვალსაზრისს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ფსიქოლოგიის სექტორი
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 3.2.1942)



ნახ. 1. *R. macrocarpis*-ის ხანისაბის სივრცითი ძათალი
 თავის ახეში. ჩახს სავსოსავი პლაკოდა ვერაფრეხას
 იქცეეს მის ვარგოა ნაწილში პიქსენტის შუბად დღეს
 კონცენტრაცია. პიქსენტი პლაკოდის შიგნითაც არის.



ნახ. 2. *P. farctus*-ის ხანისაბის სივრცითი ძათალი
 თავის ახეში. პიქსენტის ჩათვლენობა აქ ნაკლებია
 პლაკოდის ვარგოა ნაწილშიაც და შიგნითაც.



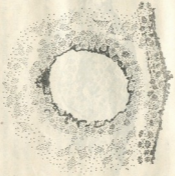
Նկ. 3. *E. latifolia*-ի հանձանի նյութի մասնակի առնու աղյու. այ նյութի շրջանի թաղանթը ցայրումը հաջորդում է կոնցենտրիկ շրջանի:



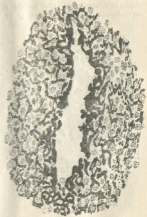
Նկ. 4. *E. macrocarpa*-ի հանձանի նյութի մասնակի առնու ձևերի աղյու. հան նյութի կոնցենտրիկ շրջանի ձևերի:



ნახ. 5. *R. macrocarpa*-ის ჩანასახის სი-
ვრძობი ანათელი სისმენი ბეშტის არეში.
ჩანს ჰემიქსტის კონცენტრული სისმენი
ბეშტის შიგნით ნაწილში.



ნახ. 6. *P. juncus*-ის ჩანასახის სივრძობი ანათელი სი-
სმენი ბეშტის არეში. ჰემიქსტის ჩაოფნობა აქ საკლ-
ბია, შიგნით ის ჰემიქსტია, რომელიც არის შიგნე და-
ვრძობი სისმენი ბეშტის ცენტრის შიგნით ნაწილში.



ნახ. 7. *R. macrocarpa*-ის ჩანასახის სივრძობი
ანათელი თავის არეში ჩანს თავის ტვინი,
რომელიც ძალიან ჰემიქსტობებულია შიგნით
ნაწილში.



ნახ. 8. *P. juncus*-ის ჩახსახის სეგმობი ანათლი თვლის აბეში, სეგმენტის რაოდენობა აქ ნაკლებია. აქაც იგი ფარგოვლია ტვისის ფელის შიგნითა ნაწილში.



ნახ. 9. *R. maritimum*-ის ჩახსახის სეგმობი ანათალი თვლის აბეში. ნახევრება ჩეტისის გარეთა ნაწილი ღონით. ღონის ღრეში მოშდარა პეგმენტის მუტად დიდი კონცენტრაცია.



ნახ. 10. *P. juncus*-ის ჩახსახის სეგმობი ანათალი თვლის აბეში. ჩანს ღონი, უკვე მოშორებული გზიფილიუმს. ღონის ღრეში დაიკუმტებოდ უჯრედებს გვიდავი. ნახევრება თვლის ჩეტისის შიგნით გარეთა ნაწილი.

Р. НАТАДZE

К РАЗВИТИЮ ОПЕРАЦИИ КЛАССИФИЦИРОВАНИЯ
В ШКОЛЬНОМ ПЕРИОДЕ

Резюме

На детях школьного возраста (от 7 до 17 лет) проводятся 2 эксперимента. Материалом для классификации служат в первом эксперименте картинки, изображающие всевозможные виды транспорта, которые можно адекватно классифицировать на 4 группы лишь с точки зрения способа передвижения этих предметов, а во втором эксперименте подлежащим классификации материалом служат надписи на кусочках картона, выражающие отдельные виды межчеловеческой зависимости (относительные понятия).

Экспериментально установлены следующие основные этапы развития классификации:

1. Арифметическое деление данной группы предметов на численно равные группы.
2. «Цепная группировка», при которой каждый единичный предмет относится по сходству к другому единичному предмету; в результате такого «поочередного» отнесения, весь материал располагается в одну шеренгу, т. е. фактически остается в одной группе.
3. Парная группировка: выделяются пары «похожих» меж собой предметов.
4. Выделение независимых групп. Выделение «похожих» предметов в группу, причем каждая группа составляет независимо от другой, без наличия общего принципа классификации. На этой ступени, так же как и на предыдущих ступенях, следует различать три вида группировок по сходству: а) субъективное установление сходства без указания каких бы то ни было признаков сходства; ребенок руководствуется лишь субъективным впечатлением сходства без объективации его основания (похожи, но «чем похожи» не знает), б) тоже субъективное установление сходства, с ссылкой на какие попало, случайные «признаки» («немпортекизм») и с) объективное установление сходства: осознание общих признаков, делающих предметы «похожими» (напр. «на колесах» или «по воде плавает»).
5. Группировка по эмпирическому «комплексу». В одну группу предметы помещаются не по сходству, а по принадлежности их в повседневном опыте ребенка к одному комплексу; например, все предметы, относящиеся к комплексу «вокзал», помещаются в одну группу (паровоз, вагон, автокар и т. д.).

6. Группировка по «перекрещивающимся принципам». Группировка происходит уже не по «сходству», а по определенным, объединяющим каждую группу признакам, но не по одному объединяющему всю классификацию (все группы) принципу, а по нескольким, «перекрещивающимся принципам», т. е. по нескольким, не исключаящим друг друга признакам: часть групп выделяется по одному признаку, а другие группы по другому признаку, не исключаящему первый признак, напр. одна группа — водный транспорт, а другая — механический транспорт, в результате чего один и тот же предмет может быть отнесен к разным группам (напр., пароход к группе и механического транспорта и водного транспорта).

7. Классификация по единому принципу. Это первая настоящая классификация. Группировка происходит путем так называемой дифференциации общего, объединяющего все классы принципа, например, предметы транспорта группируются по видам движущей силы («механическая» сила, природная сила, животная сила, мускульная сила человека).

8. На высшей в школьном периоде ступени самостоятельной (без помощи экспериментатора) классификации подростки достигают объективации (осознания) относительности принципа классификации. До начала классификации подросток сам ставит вопрос о принципе классификации, осознавая возможность классификации одного и того же материала с разных точек зрения на разные группы.

Академия Наук Грузинской ССР
Сектор психологии
Тбилиси

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. რ. ნათაძე. ცნების შემუშავების გენეზისისთვის (სადოქტორო დისერტაცია, ხელნაწერი). 1939.
2. D. Usnadze. Gruppenbildungsversuch. Arch. f. ges. Psych. Bd. 73, H. 1/2. 1929.
3. Виготский. Мышление и речь, стр. 124.



აკადემიკოსი კ. ქავლიძე

„წინაში“, „თანა“ და „ფიდა“ თანდებულთა სინტაქსური ფუნქციონისათვის ძველ ქართულში

II¹

პირველ წერილში წარმოდგენილი მასალების ანალიზმა „წინაში“ თანდებულის ხაზით გამოავლინა შემდეგი კანონზომიერება: თუ სახელი „სულიერი“ საგნის აღმნიშვნელია, ის უეჭველად ნათესაობითს ბრუნვაშია, ხოლო თუ „უსულოსი“—მიცემითში; აქ გამონაკლისი არ ჩანს. მართალია, ხელნაწერებში, აქედან ბეჭდურ გამოცემებში, ვხვდებით აქა-იქ ამ კანონის საწინააღმდეგო ფაქტებს, მაგრამ ეს არის შედეგი გაუგებრობისა. მაგალითად, M-ში ვკითხულობთ: „წინაში ჯუარისა (796, 797, 798), მაგრამ იქვე, იმავე 797 გვერდზე, არის „წინაში ჯუარისა“. თან ისიც უნდა ვიფიქროთ, რომ ავტორს თუ გადამწერს, შესაძლოა „ჯუარი“ „სულიერი“ საგნადაც ესახებოდა, რადგანაც „ჯუარს“ საზოგადოდ, კერძოდ ამ თხზულებაშიც, ეწოდება „ცხოველყოფელი“. იმავე თხზულებაში ვპოულობთ: „წინაში სუეტისა მის ნათლისა“ (გვ. 781) და არა „სუეტისა“; აქაც „სუეტი“ გაგებულია როგორც ცოცხალი, „სულიერი“ საგანი, რადგანაც მას ეწოდება „სუეტიცხოველი“ (მცხეთაში). მაშასადამე, შეცდომად უნდა ჩაითვალოს მეორე ს. სახელებში „ფებრონიადესსა და „გიორგისსა“ ამ წინადადებაში: „მაშინ მოვიდა წინაში დედისა ფებრონიადესსა საწყალობელი იგი“ (R 56, 58—59) და „მეწირა წინაში წმიდისა მთავარმოწამისა გიორგისსა“ (R 85, 24—25), რადგანაც ის არაფრით არაა გამართლებული². შეცდომაა აგრეთვე V-ში „წინაში ძესა მისსა“ (66, 18), როგორც ეს მისი ვარიანტიდანაც ჩანს (გვ. 100).

„თანა“ თანდებულთანაც ამავე კანონზომიერებას ვხვდებით: თუ სახელი ცოცხალი, „სულიერი“ საგნის აღმნიშვნელია, ის ნათესაობითს ბრუნვაშია, ხოლო თუ „უსულოსი“—მიცემითში. ხელნაწერები და ბეჭდვითი გამოცემანი სპორადულად აქაც გვაქვს საწინააღმდეგო

¹ პირველი ნაწილი იხ. „საქ. სსრ. მეცნ. აკად. მოაზებ“, ტ. III, № 2, 1942 წ.
² თუ აქ არა გვაქვს ანალოგია შემდეგი მოვლენისა: „მის“ ნაცვალსაზღვრულთან დაკავშირებით ყურადღებას იპყრობს—რომელ ადგილზეა თანდებული „წინაში“; თუ მეორე ადგილზეა, გვაქვს „მის წინაში“ (V, 8, 17; 17, 8; 22, 26; R 3, 13), ხოლო თუ პირველ ადგილზეა, —„წინაში მისსა“ (V 7, 17; 42, 18, 76, 11—12; R 35); არსებით სახელთან დაკავშირებით თანდებულის ადგილმდებარეობას ასეთი მნიშვნელობა არა აქვს.

თქტებს. ასე, მაგალითად, R ერთ ადგილას კითხულობს: „თეოდორეს და ქრისტეფორეს თანა“ (21, 4), ანდა იოანე მტბევიარი თავის ჰიმნებში არააშვიითად ხმარობს: „ქრისტეს თანა“; მაგრამ ეს აიხსნება **ჴ** და **ე**-ს ერთმანეთში აღრევით, განსაკუთრებით მტბევიარის ტექსტებში. N-ში წერია: „ველმწიფესა თანა“ (გვ. 65, 4), მაგრამ ეს რომ გამომცემლის შეცდომაა, იქიდან ჩანს, რომ ამ თხზულების მეორე (C) ნუსხაში ყოფილა „ველმწიფისა თანა“. იმავე თხზულებაში ვკითხულობთ: „პეტრეს თანა და იოვანეს და იაკობს ძმასა უფლისსა“ (გვ. 67, 4—6); აქაც **ჴ** და **ე** არის აღრეული ერთმანეთში; ეს იქიდანაც ჩანს, რომ ამ თხზულების მეორე (C) ნუსხაში წერებულა არა „იაკობს ძმასა“, არამედ „იაკობ ძმისა“. L იძლევა წაკითხვას; „დასისა თანა“ (XXVII, 66), მაგრამ ეს აიხსნება იმით, რომ „დასი“ გაგებულია როგორც „სულიერი“ საგნის სახელი, რამდენადაც, იგულისხმება, ის ცოცხალი ადამიანებისაგან შედგება. K-ში იკითხება: „მამასახლისსა თანა თევდოლოს“ (კიმენი 29, 17), მაგრამ ეს ხელნაწერის შეცდომაა, რადგანაც ამ თხზულების ათონის ნუსხაში (57) წერია: „მამასახლისის თევდოლოსის თანა“. D იძლევა: „სიბრძნისა თანა“, მაგრამ აქ „სიბრძნე“ გაგებულია როგორც ღვთაებრივი ჯოსტასი ქრისტე. Z-ში გვაქვს: „სოფლისა თანა“, მაგრამ, როგორც ოშკის ვარიანტიდან შელაგდება, ეს ადგილი წარყვნილია, თან ეს სიტყვა იმავე წიგნში, „ზედა“ თანდებულთან დაკავშირებით, უსულოდაა ნაგულისხმევი.

უფრო რთულია საკითხი „ზედა“ თანდებულისა. ამ თანდებულის მაგალითებში შემდეგი მოვლენა იჩენს თავს:

1. უსულო საგანთა აღმნიშვნელი სახელები, აგრეთვე მათი შემცვლელი ნაცვალსახელები (მას, რომელსა) ყოველთვის მიცემითს ბრუნვაშია.

2. ადამიანის საკუთარი სახელები და მათი შემცვლელი ნაცვალსახელები (მის, რომლისა) ყოველთვის ნათესაობითშია.

3. ნათესაობითს ბრუნვაშია აგრეთვე „სულიერი“ საგნები ვინ ჯგუფისა (მამისა, მეფისა, დისა, შონისა, მთავარეპისკოპოსისა).

4. სულიერი საგნები რა ჯგუფისა კი (ცხოველები, ფრინველები, მწერები, ქვეწარმავალნი) ყოველთვის მიცემითს ბრუნვაშია (კიკუსა, ასპიდსა, იქედნესა, ჯორსა, კარაულსა).

5. მიცემითს ბრუნვაშია აგრეთვე არსებით სახელად გაგებული ზედსართავი; მაგალითად: „წმიდასა ზედა“, „ავაზაკსა ზედა“, „ყრმისა ზედა“⁽¹⁾.

6. თუ მხედველობაში მიღებულია არა კონკრეტული რომელიმე პიროვნება, არამედ ზოგადად, განყენებულად, ეს უკანასკნელიც მიცემითს ბრუნვაშია; მაგალითად: „ძესა ზედა კაცისასა“ (L მარკ. IX, 12); „ყოველსა წულსა ზედა“ (M 762); „წინამძღუარსა ზედა“ (R 34, 10); „ცოლსა ზედა“ (L მთ. XXII, 24). აქ იგულისხმება არა კონკრეტული ძე, წული, წინამძღუარი, ცოლი.

⁽¹⁾ თუმცა ჯრუჭის ოთხთავში „ყრმა“ გაგებული ყოფილა როგორც არსებითი სახელი (ლგ. I, 66), ამიტომ დაწერილი ყოფილა „ყრმისა ზედა“ (ა. კ ი ზ ი რ ი ა, დისერტაციის თეზისები, გვ. 5, § 14).

არამედ ზოგადად. თუმცა უნდა შევნიშნოთ, L-ის მაგალითში „ესიძენ მას ძმად მისი ცოლსა მას მისსა ზედა“, რომელიც ტექსტუალურად და აზრით საკმაოდ დამორებულია ბერძნული ორიგინალისაგან (ბერძნულსა და აქედან ათონისა და ოპიზის ოთხთავში იკითხება: „ესიძენ ძმად მისი ცოლსა მისსა“), ეს „ზედა“ შედეგი უნდა იყოს ბერძნული $\epsilon\alpha\iota$ -სა ($\epsilon\pi\iota\chi\alpha\upsilon\sigma\epsilon\alpha\sigma\iota$).

ხელნაწერებსა და ზოგიერთ გამოცემაში გვხვდება აქა-იქ პირველი დებულების საწინააღმდეგო ფაქტებიც, რომელნიც უმეტეს შემთხვევაში გაუგებრობის შედეგია. მაგ., A-ში ვკითხულობთ (ლკ. XI, 24): „ათეულსა პიტნაკისა ზედა, და ტევანისა ზედა, და ყოვლისა მხალისა ზედა“ (II, 383). ამ საკმაოდ ბუნდოვან კონსტრუქციაში, სადაც „ზედა“ არ შეიძლება გამართლებულ იქნეს, ვფიქრობთ, პალიმფსესტი სწორად ვერაა ამოშიფრული. ბერძნულსა და აღიშათონურ რედაქციაში ეს ადგილი ასე იკითხება: „ათეულსა პიტნაკისასა და ტევანისასა და ყოვლისა მხალისასა“. ჩანს, A-ში მიცემითი ბრუნვის ფორმანტი -სა მოყვანილი სახელებისა წაიკბოდა როგორც ქარავნით დაწერილი „ზედა“ (ზ^ა).

მეორე დებულების საწინააღმდეგო ფაქტიც — „ადარანსეს ზედა“ (R 56, 8) შედეგია C და ე-ს აღრევისა. „მას ზედა“ (B IX, 29) არის შეცდომა, ვინაიდან ამ ადგილის სხვა ნუსხაში (გამოცემის გვ. 72) ყოფილა „მის ზედა“; „მის ზედა“ (იგულისხმება „სულიერი“ საგანი) არის გამოცემის სხვა ადგილასაც (XIV, 3).

ეჭვი არაა, ყველა უძველესი ხელნაწერი რომ გადაეთავალიეროთ, იმათში არა ერთი და ორი, ჩვენ მიერ დადგენილი კანონის, საწინააღმდეგო მაგალითი აღმოჩნდება, რომელსაც ყოველთვის ალბათ ვერც გავამართლებდით, მაგრამ ეს აიხსნება არა დებულების მცდარობით, არამედ იმით, რომ თვით ავტორმთარგმნელთა და გადაწერთა, შეიძლება აგრეთვე გამოცემელთა, შეგნებაში ეს კანონი ყოველთვის ნათელი არ იყო და აღრევას ჰქონდა ადგილი მის პრაქტიკულად გამოყენებისას. ამისი მკვეთრი მაგალითია: სიტყვა „ერი“ ზოგ შემთხვევაში გაგებულია როგორც „სულიერი“ საგანი (კრებული ცოცხალი ადამიანებისა), ამიტომ დასმულია ნათესაობითს ბრუნვაში, („ერისა წინაშე“), ზოგ შემთხვევაში გაგებულია როგორც „უსულო“ და იხმარება მიცემითში („ერსა ზედა“). არის შემთხვევა, როდესაც ერთი და იგივე ავტორი თუ გადაწერი გარკვეული ვერაა და ამიტომ L-ში, მაგალითად, გვხვდება როგორც „ერსა თანა“, ისე „ერისა წინაშე“, („უსულოდ“ და „სულიერად“); ანდა O-ში „ერისა წინაშე“, „ერსა თანა“, „ერსა ზედა“. ეგვე უნდა ვთქვათ „ისრაჲლის“ შესახებ: ერთ შემთხვევაში ის გაგებულია როგორც „სულიერი“ („ისრაჲლისა თანა“), მეორეში როგორც „უსულო“ (ისრაჲლსა ზედა“).

ამგვარად, სინტაქსური ძალა „წინაშე“, „თანა“ და „ზედა“ თანდებულებისა მდგომარეობს იმაში, რომ ისინი „უსულო“ საგნების სახელებს მართავენ მიცემითს ბრუნვაში, ხოლო „სულიერ“ საგანთა სახელებს — ნათესაობითში; „ზედა“ თანდებული უშვებს გამოჩაყლის „სულიერი“ საგნებიდან რა ჯგუფის სახელებისათვის, რომელთაც მიცემითს ბრუნვაში მოითხოვს.

ასეთი გამონაკლისი იცის თუ არა „წინაშე“ და „თანა“ თანდებულებმა, ამის შესახებ გადაჭრით ვერას ვიტყვით. ჩვენ მიერ შესწავლილ ძეგლებში ვერ ვიპოვეთ ვერც ერთი შემთხვევა „თანა“ და „წინაშე“ თანდებულების მიერ რა ჯგუფის სულიერ საგანთა სახელების მართვისა. საფიქრებელი კია, რომ ამ გამონაკლისს „თანა“-სთანაც ჰქონდა ადგილი. თუ ქართული ბიბლიის მოსკოვის გამოცემას (1742-3 წ.) დაეჯერება, ის ასეთი შემთხვევის მაგალითსაც იძლევა: „ჭარი დათუსა თანა ძოვდინ“ (იხ. XI, 3); „ზვარაცხა მას თანა“ (რიცხ. XV, 9, 11); „ვერძსა თანა“ (რიცხვ. XV, 11); „წინაშე“ თანდებულმა ასეთი გამონაკლისი თითქოს არ იცის; აქ გვხვდება: „წინაშე მჭეცისა“ (გამოცხ. იოან. XIII, 14), „წინაშე კრავისა“ (იქვე XIV, 10).

სურათის სისრულისათვის ამ მიმართულებით აუცილებელია შესწავლა სხვა თანდებულისაც; თუმცა უკვე დადგენილი მოვლენის მიხედვითაც შეიძლება შემდეგი დასკვნა გავაკეთოთ:

1. ქართული ენის ბუნებისათვის არამცთუ არ ყოფილა უცხო კატეგორია „სულიერი“ და „უსულო“ საგნებისა ზოგადად, პირიქით, სულიერთაგან მას გამოუყვია გონიერი („სიტყვიერი“) და არაგონიერი („უსიტყვი“), ესე იგი ვინ და რა ჯგუფის საგნები.

2. ამ კლასიფიკაციის გამომავლინებელი ყოფილა არა მარტო ზოგიერთი ზმნა (ჰყავს—აქვს, მოჰყავს—მოაქვს და მსგავსი)⁽¹⁾, არამედ გრამატიკული კატეგორიის მოვლენაც, სახელდობრ, „წინაშე“, „თანა“ და „ზედა“ თანდებულთა მიერ ბრუნვების გარჩევა⁽²⁾.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
აკად. ნ. მარის სახელობის ენის ინსტიტუტი
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 2.2.1942).

⁽¹⁾ ამ მხრივაც მერყეობას ჰქონდა ადგილი; მაგალ., V-ში ვკითხულობთ: „მეფესა ჰყვა ქალი, ასული მეფისაჲ, ტყუედ წა მთ ღებული“ (66, 31) და სხვა.

⁽²⁾ დაკავშირება „სულიერი“ და „უსულო“ საგნებისა ამა თუ იმ ბრუნვასთან (ამ შემთხვევაში ნათესაობითსა და მიცემითან) ანალოგიას პოულობს სხვა ენაშიც; მაგალითად, რუსულ ენაში მამრობითი სქესის „სულიერი“ საგნის ბრალდებითი ბრუნვა (винительный—accusativus) ისეთია, როგორც ნათესაობითი; ხოლო „უსულოსი“—როგორც სახელობითი.



Академик К. КЕКЕЛИДЗЕ

К ВОПРОСУ О СИНТАКСИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ПРЕЛОГОВ „წინაშე“, „თანა“ И „ზედა“ В ДРЕВНЕГРУЗИНСКОМ

II

Резюме

1. Для уяснения синтаксической функции предлогов „წინაშე“, „თანა“ и „ზედა“ должны быть опрошены литературные памятники древнейшего периода, с пятого века по десятый.
2. В результате изучения этих памятников выясняется, что указанные предлоги управляют двумя падежами: родительным и дательным.
3. Для имен, обозначающих одушевленные предметы, эти предлоги требуют родительного падежа.
4. Для имен же, обозначающих неодушевленные предметы, они требуют дательного падежа.
5. В качестве исключения из этого общего правила, для имен, обозначающих одушевленные предметы из категории „неразумных“ (животных, птиц, насекомых), предлог „ზედა“ требует дательного падежа.
6. Установленная закономерность, являясь характерной для грузинского языка вообще, а не какого-либо его диалекта, сравнительно рано начинает затемняться в сознании отдельных авторов и переписчиков.

Академия Наук Грузинской ССР
Институт Языка имени акад. Н. Я. Марра
Тбилиси





ენათმეცნიერება

აკადემიკოსი ა. შანიძე

ზენათა გარღმავლობის საკითხისათვის ქართველურ ენებში

II

წინა წერილში აღნიშნული იყო მორფოლოგიური და სინტაქსური ნიშნები გარღმავლობისა ჩვენს ენებში¹. ცნობამ „შეხედვა“ ზმნის წარსულიდან რამდენიადმე შუქი მოჰქონა საკითხს ისტორიულად.

გარღმავლობის ისტორიულად შესწავლისათვის უარესად საინტერესო ცნობებს გვაწვდის რთული ზმნები ძველ ქართულში. „ყო“-თი შედგენილი ზმნები წესით ყველა გარღმავალი უნდა იყოს, მაგრამ ზოგი გარღმავალია, ზოგი კი გარდაუვალი. გარღმავალია: წმიდა-ყო, გულსიკმა-ყო, უვარ-ყო, შეურაცხ-ყო, უგულებულს-ყო, იავარ-ყო და სხვ., რადგანაც მათ პირდ. ობიექტი ეწყობათ, ხოლო გარდაუვალია: ვმა-ყო, ღალად-ყო და სხვ., სადაც სიტყვას, რომელიც წარმოშობით პირდ. ობიექტია (ვმა, ღალად), დაკარგული აქვს დამოუკიდებელი სიტყვის მნიშვნელობა და ერთ ცნებას ჰქმნის ზმნასთან ერთად. აქედან წარმოდგება არა მარტო პირის ნიშნის წინ გადმოსმა („ვღალადყავ“), არამედ ბრუნვის დაკარგვა; ერთი მხრით გვაქვს: „ლხინება-ყოს მისთვის მღღღმან“ (ლევ. 4, 20 ოსკ.), მეორე მხრით კი: „ლხინება-ჰყოფდეთ მათთვის წინაშე ღმრთისა“² (ლევ. 10, 17). მსგავსივე ფორმაა: „თავ-უყავ მამასა შენსა და დედასა შენსა“ (მარკ. 7, 10 ადიშ.), სადაც „თავ“ აღარ არის პირდაპირი ობიექტი, არამედ რთული ზმნის შემადგენელი ნაწილია.

მეტეც შეიძლება ითქვას: როდესაც გვაქვს თითქო სინტაქსური კავშირის ყველა ნიშნის მიხედვით გაფორმებული ფრაზა: „და წამს ჰყოფდეს რომელნი იყვნეს ერთსა მას ნავსა, რათა მოეიდენ და შეჰქონინენ მათ“ (ლუკ. 5, 5—7 ჰაემ.), ძნელია დავიჯეროთ, რომ აქ წამს-ში ობიექტი გვქონდეს და არა ნაწილი შედგენი-

¹ გარღმავლობის აუცილებელ პირობად მორფოლოგიური თვალსაზრისით ორპირიანობაა მიჩნეული. თავისთავად ცხადია, რომ სამპირიანი ზმნა გარღმავალი იქნება.

დღევანდელ ქართულში აღარ მოქმედებს მორფოლოგიური კანონი, რომლის მიხედვით შეიძლებოდა გარჩეულიყო ორპირიანი გარღმავალი ზმნა ორპირიანი გარდაუვალისაგან: ძველ ქართულში პირდ. მიმართების ზმნას ირიბი მიმართების ზმნისაგან განასხვავებდა ობიექტური პრეფიქსის უქონლობა მე-3 პირში: და-წერა (მან იგი,—პირდ. მიმართება, გარღმავალი ზმნა), მაგრამ და-ხ-ეწერა, ან და-ჰეწერა (მას იგი, ირიბი მიმართება, გარდაუვალი ზმნა).

² რომ პირველ შემთხვევაში („ლხინება-ყოს“) „ლხინება“ არ არის სახელობითი ბრუნვის ფორმა, დ-მოკვეცილი (ლხინება→ლხინება), ამას ადასტურებს ზმნის გადმოტანა პირველი სერიის მწკრივში: ლხინება-ჰყოფდეთ (და არა: ლხინებასა ჰყოფდეთ).

ლი ზმნისა. ობიექტია ის წარმოშობით, მაგრამ მოცემულ წინადადებაში ის აღარ არის დამოუკიდებელი სიტყვა, მაშასადამე, არც ობიექტი.

კიდევ უფრო ნათლად შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ პირდ. ობიექტის ზმნასთან შეზრდისა და მის შემადგენელ ნაწილად ქცევის პროცესი სცა-ს მაგალითებზე: ნათელ-სცა, თავყანის-სცა, ნუგეშინის-სცა, სადაც არა ჩანს არავითარი კვალი ობიექტად ხმარებული სიტყვის ბრუნვა-ცვალებადობისა. მაგ., გვაქვს როგორც „ნათელ-ჰსცა მას ხუცესმან (კოლაელთა წამ., 85), ისე „ნათელ-ხცემდით მათ“ (მათ. 28, 19 ხანმ.), სადაც ბრუნვის ნიშანი სრულიად დაკარგულია.

თუ „ნათელ-სცა“-ში კომპოზიტის პირველი ნაწილი სახელია, სამაგიეროდ „ნუგეშინის-სცა“-ში ობიექტად ნახმარია ნაწილაკიანი ზმნური ფორმა („ნუ გეშინის“), მაგრამ ეს ზმნური ფორმა, მისი ნაწილაკითურთ, ისე შეზრდილია სცა-სთან, რომ თვითთულ შემადგენელ ნაწილს თავთავისი მნიშვნელობა დაკარგული აქვს და ყველა ერთად (ნუ, გეშინის, სცა) ერთ ცნებას ჰქმნის¹.

რაც შეეხება „თავყანის ცემას“, აქაც იგივე ამბავია: „თავ-ყანის-ი“ თავისთავად კომპოზიტია: თავ-ყანის-ი, ე. ი. ყანის თავი, ყანამდე (ანუ მიწამდე) დადრეკილი თავი (რუს. земное головупреклонение). ცხადია, „თავყანის-სცა“-ში „თავყანის“-ი პირდაპირი ობიექტი უნდა ყოფილიყო თავდაპირველად, მაგრამ, რაკი ეს ობიექტი უკვე ზმნასთან არის შეზრდილი და ცალკე აღარ განიაზრება, ამიტომ ზმნას მარტო ირიბი ობიექტი-ლა ჰრჩება: თავყანის სცა მამასა. პირდ. ობიექტის ზმნასთან შეზრდით აღნიშნული ზმნები (ნათელ-სცა, ნუგეშინის-სცა, თავყანის-სცა) მხოლოდ სუბიექტის ბრუნვა-ცვალებადობას ინარჩუნებენ.

გარდამავლობა არ არის მუდმივი ნიშანი ზმნისა; ზმნა გარდამავალი ერთ შემთხვევაში, შეიძლება გარდაუვალი გახდეს სხვა შემთხვევაში: მოუბარს შეუძლია განაყენოს მოქმედება სამოქმედო საგნისაგან (ობიექტისაგან) და ამით გარდამავალი ზმნა გარდაუვალი გახადოს. როდესაც ვამბობთ: „დღეს ავადმყოფმა უკვე ჰამა“, ჩვენ გვაინტერესებს მხოლოდ სუბიექტის მოქმედება. რაც შეეხება მოქმედების მიმართებას ობიექტთან (პური, სუფი, ვაშლი თუ სხვა რამე), ის ჩვენი ყურადღების გარეშეა. მაგრამ სულ სხვაა, როცა ვამბობთ: „ავადმყოფმა ფაფა ჰამა“, სადაც ობიექტზე მითითება კონკრეტ სახეს აძლევს მოქმედებას. მსგავსად ამისა, როდესაც ვკითხულობთ: „მეზუერეთა და ცოდვილთა თანა ჰამს“ (მარკ. 2, 16), ეს ჩვენთვის იგივეა, რაც „მეზუერეთა და ცოდვილთა თანა ზის“, რადგანაც აქ ჩვენ გვაინტერესებს მარტოოდენ მოქმედება სუბიექტისა, მშველობა საზოგადოდ, ყოველგვარი ობიექტის გარეშე, მაგრამ როცა გვაქვს: „ჰამ და მკალსა და თაფლსა ველურსა“ (მარკ. 1, 16), აქ უკვე ობიექტის დასახელება (მკალსა, თაფლსა) მოქმედებას გარკვეულ გარემოში წარმოვიდგენს. მიუხედავად ამისა, ჩვენ „ჰამა“ ზმნას ყველგან და ყოველთვის გარდამავალს ვეძებით, რადგანაც მას ან აქვს ობიექტი, ან შეუძლია ჰქონდეს იგი.

¹ ამ ზმნის დახმარებით ნ. შარმა ანალიზი უყო და ახსნა სომხ. *მისქარსკ*[1].

ასეთია მდგომარეობა ქართულში და მის მოძმე ენებში. მაგრამ ზოგი-
 ენა ასე მარტივად როდი უყურებს საქმის ვითარებას: მოქმედების ჩამოცლას
 სამოქმედო ობიექტისაგან შეიძლება კონსტრუქციის შეცვლა მოჰყვეს, მაგ., ხუნ-
 ძურში სუბიექტი გარდამავალ ზმნასთან მოთხრობითშია, თუ მასთან ობიექტია-
 დასახელებული, მაგრამ თუ ობიექტი არ იგულისხმება, მაშინ ის სახელობითის
 ფორმით იქნება წარმოდგენილი: „დოს (მოთხ.) ქვანალა ჩედ“ (სახელ.) (ის-
 ქამს ხოლმე პურს; უფრო ზედმიწევნილობით: მან ქამს პური), მაგრამ:
 „დოუ (სახელ.) ქვანალა“ (ის ქამს ხოლმე) ([3], გვ. 21). ხუნძურის ასეთი
 მოპყრობა ზმნისადმი მეტისმეტად საყურადღებოა გარდამავლობის პრობლე-
 მისათვის. განა შეიძლება ითქვას, რომ „ქვანალა“ გარდამავალია იმ შემთხვე-
 ვაშიც, როცა მის ობიექტი არ ახლავს („დოუ ქვანალა“)? თუ გარდამავალია,
 რატომღა იცვლის მისი სუბიექტი ბრუნვას და დგება სახელობითში, როგორც
 ეს არის ხოლმე ჩვეულებრივი ტიპის გარდაუვალ ზმნებთან? რომ ასეთი კითხ-
 ვა საესეებით მართებულია, იქიდან ჩანს, რომ მოვლენა, რომელზედაც საუბარ-
 რია, შემთხვევითი არ არის. მსგავსი რამ ან მისი ერთგვარი პარალელი შეი-
 ძლება სხვაგანაც შეგვხედეს. კერძოდ, ქართულშიც შეგვიძლია დავადასტუროთ
 მოვლენა, რომელიც გვავალებს სწორედ ამგვარად დავსვათ საკითხი; სახელ-
 დობრ:

გურულ კილოს აქვს ტენდენცია, რომ სუბიექტთან შეწყობის საკითხში
 ჩვეულებრივი ტიპის გარდაუვალ ზმნებს გაუთანაბროს ზოგიერთი ზმნა, რო-
 მელთაც პირდ. ობიექტი აღარ აქვს. „გაიარა“ ზმნა გარდამავალიც არის და
 გარდაუვალიც იმის მიხედვით, მასთან პირდ. ობიექტი იხმარება (ან იგულის-
 ხმება), თუ არა: „ჯარმა უდაბური ტყე გაიარა“, „ამხანაგებმა მწვანე ველი გა-
 იარეს“, — აქ „გაიარა“, „გაიარეს“ უთუოდ გარდამავალია, რადგანაც ობიექტი
 ახლავს (ტყე, ველი), მაგრამ ის გარდაუვალია ისეთ გამოთქმებში, როგორი-
 ცაა: დიდმა ხანმა გაიარა, ტანში ერუანტელმა დაუარა და მისთ., — გარდაუვა-
 ლია, მიუხედავად იმისა, რომ სუბიექტი მოთხრობითშია, რადგანაც აქ არა-
 ვითარი ობიექტი არ არის და არც შეიძლება ვიგულისხმოთ. მაშასადამე,
 ობიექტთან მიმართების თვალსაზრისით ზმნა ან ისეთი ყოფილა, როგორც „წა-
 ვიდა“, „მოკვდა“, „გადავარდა“, „დაიქცა“ და სხვ., რომელთაც მარტოოდენ
 ერთი სახელი ეწყობა, სუბიექტი, ან ისეთი, როგორიცაა „მოუკვდა“, რო-
 მელსაც სუბიექტს გარდა ირიბი ობიექტი ეწყობა. აქედან კი ადვილია
 განზოგადებამდე მისვლა და დასკვნის გამოტანა, რომ სუბიექტისთვის სა-
 კიროა სახელობითი და არა მოთხრობითიო. და აი გვაქვს კიდევ: „შიშის
ერუანტელი დაუარა ტანში“ („პარტახი“, 47,17); „გაიარა ამოდენა **მზადე-
 ბა** და **ხარჯი** (ib., 17,15) „კინალამ **ცრემლები** არ გადმოუარა ლევანს თვა-
 ლებიდან (ib., 60,29) [4], „ათასი **ჯანაბა** უნდა გადაიაროს ამ ჩვენ ზურგ-
 ზე“ (ე. ნინოშვილი, „გოგია უიშვილი“). როგორც ვხედავთ, აქ უკვე ის ფორ-
 მალური ნიშანიც წაშლილია, რომელიც ზმნის ფორმის წარმოშობაზე მი-
 გვითითებდა — სუბიექტის ბრუნვა-ცვალებადობა: „ერუანტელი დაუვლის — ერუ-
 ანტელი დაუარა“, მაშასადამე, ზმნა ყველაფრად გაუტოლდა ჩვეულებრივი ტი-
 პის გარდაუვალ ზმნებს.

სუბიექტი გურულში მოთხრობითში იდგა ნაგარდამავლარ „გაიარა“-სთან და უობიექტობის გამო სახელობითში გადადგა. სამაგიეროდ მეგრულში საწინააღმდეგო მოვლენამ იჩინა თავი. უეჭველია, რომ ძველად მეგრულში, ისე როგორც ქართულსა და სეანურში დღეს, გარდაუვალი ზმნის სუბიექტი II სერიის მწკრივითა ფორმებთანაც სახელობითში უნდა მდვარიყო, მაგრამ დღეს, გარდამავალი ზმნების მსგავსად და მათი ანალოგიით, სახელობითის ნაცვლად ყველგან მოთხრობითია გატარებული: კოჩქე დოდურუ („კაცმა მოკვდა“), კოჩქე ქემორთუ („კაცმა მოვიდა“), გურქე ქემომირთუ („გულმა მომივიდა“) და მისთ. ([5], გვ. 0133, §132). ნიშნავს თუ არა ეს, რომ მეგრულში „დოდურუ“, „ქემორთუ“ და მისთ. ამჟამად გარდამავალია? რა თქმა უნდა, არა. რომ სუბიექტის ბრუნვა-ცვალებადობა ზმნას გარდამავლად ხდიდეს, მაშინ არა მარტო მეგრულში, არამედ ქართულის ზოგ კილოშიც, მაგ., ქვემო იმერულსა და გურულში, გარდამავალ ზმნათაგან აღარა დაგვრჩებოდა რა. აი მაგალითები ნინოშვილის „პარტახიდან“ [4]: „გაუწყრა ქალიჯანმა თავისებურად თავის ძმის წულს“ (10, 20), „ხვარაშემ ერთხანს არ გაუხდა ამ აზრის თანახმა“ (12, 4), „ლიზამ კი პირით შეეხო ჰქიქას“ (23, 21), „როცა ჯერანმა დედას და დას შეურიგდა“ (26, 28) „ბევრჯელ ზალიკამ თავის მეზობლებშიაც დატრიალდა“ (40, 5), „თექლემ გადავიდა სხვა და სხვა ამბებზე“ (84, 18)¹. თუ ვიტყვი, რომ „იცხოვრებს—იცხოვრა“ გარდამავალია იმიტომ, რომ სუბიექტი მასთან ბრუნვებს იცვლისო (ქალიჯანი იცხოვრებს—ქალიჯანმა იცხოვრა), მაშინ რალა უნდა გვიშლიდეს ხელს, რომ „გაუწყრება—გაუწყრა“ გარდამავლად მივიჩნიოთ გურულში, —ისიც ხომ იცვლის სუბიექტის ბრუნვებს („ქალიჯანი გაუწყრება—ქალიჯანმა გაუწყრა“).

გრამატიკული ფორმების ანალიზისას უნდა ვარჩევდეთ ნამდვილს მოჩვენებითისაგან ([2], § 127, გვ. 125—136). ამიტომ, როცა ვლაპარაკობთ ზმნათა გარდამავლობის შესახებ ქართველურ ენებში, ჩვენ არ უნდა ავრიოთ ნამდვილი და მოჩვენებითი, ძველი და ახალი, ისტორიული და დღევანდელი. ჰ. შუხართმა თავის დროზე დასვა კითხვა: aber wo ist die Grenze zwischen Transitiven und Intransitiven? („და სადაა ზღვარი გარდამავალ და გარდაუვალ ზმნებს შორის“-ო? [8], გვ. 70). ჩვენ ამ კითხვაზე ასე უნდა ვუპასუხოთ: იქ, სადაც ზმნამ დაკარგა პირი. ობიექტის მოთხოვნის უნარი და, ამასთან დაკავშირებით, პირდაპირი მიმართების ფორმები. ერთპირიანი ზმნა (ზმნა, რომელსაც მწკრივში, ბრძანებითს გარდა, მხოლოდ 6 წევრი მოეპოვება,—3 მხოლოდობითში და 3 მრავლობითში) არ არის და არც შეიძლება იყოს გარდამავალი; ორპირიანი ზმნა კი (ზმნა, რომელსაც მწკრივში, ბრძანებითს გარდა, სულ ცოტა, 18 წევრი აქვს) მხოლოდ მაშინ არის გარდამავალი, როცა მას პირი. მიმართების ფორმები გააჩნია და, ამის კვალობაზე, ბრუნვა-ცვალებადი ობიექტი ეწყობა. მხოლოდ გარდამავლობის ასეთი გაგებით იქნებოდა გამართლებული ქართველთა დამახასიათებელ სინტაქსურ მოვლენათათვის ისეთი ტერმინების მო-

¹ სხვა მაგალითები კილოებიდან ნახე ვ. თოდურიას წერილში ([6], გვ. 117—119) და ს. ყლენტის წიგნი ([7], გვ. 69).

მარჯვება, როგორცაა „გარდამავალი“ და „გარდაუვალი“, რომლებიც წარმოადგენენ თარგმანს ი.-ევრ. ენებისათვის ხმარებული ტერმინებისას; ლათ. *v. transitivum*, *v. intransitivum*, რუს. гл. переходный, гл. непереходный. მათი შემოღობა და ხმარება ჩვენი ენების გარკვეულ სინტაქსურ მოვლენათა აღსანიშნავად ([9], გვ. 182—184; [10], 36—38; [11], გვ. 102—106) თავისთავად გულისხმობს, რომ არსებობს რაღაც საერთო ი.-ევრ. ენებსა და ქართვ. ენებს შორის. ეს „რაღაც საერთო“ რომ არა, სრულიად შეუფერებელი იქნებოდა აღნიშნული ტერმინების გადმონერგვა. ეს „რაღაც საერთო“ არ შეიძლება იყოს ფორმალურ-გრამატიკული ხასიათისა, რადგანაც, ფორმალური თვალსაზრისით, სულ სხვადასხვანაირად არის გადაპირილი გარდამავლობის საკითხი ი.-ევრ. ენებსა და ქართვ. ენებში¹, მართლაც: ი.-ევრ. ბრუნვიან ენებში (ბერძნულში, ლათინურში, რუსულში, გერმანულში და სხვ.) გარდამავლობას აჩენს აკუზატივში დასმული პირი. ობიექტი, უბრუნვო ენებში კი (ფრანგ., ინგლ.)—იგივე პირი. ობიექტი, რომლის ადგილი წინადადების წევრთა გარკვეული რიგით არის განსაზღვრული. ქართვ. ენებში კი არ მოიპოვება აკუზატივი, არც სიტყვათა რიგს აქვს გადამწყვეტი მნიშვნელობა წინადადების წევრთა კვალიფიკაციისათვის. მეტსაც ვიტყვით: პირი. ობიექტის დაკავშირება აკუზატივთან ჩვენ უფლებას წაგვართმევდა უარგვეყო ასეთი ობიექტის არსებობა ფრანგულსა და ინგლისურში. მაშასადამე, „რაღაც საერთო“ ი.-ევრ. ენებსა და ქართვ. ენებს შორის ამ შემთხვევაში ფუნქციათა სფეროში უნდა ვეძიოთ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
აკად. ნ. შარის სახელობის ენის ინსტიტუტი
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 5.1.1942)

ЯЗЫКОВЕДИЕНИЕ

Академик А. Г. ШАНИДЗЕ

К ПРОБЛЕМЕ ПЕРЕХОДНОСТИ ГЛАГОЛОВ В КАРТВЕЛЬСКИХ ЯЗЫКАХ

II

Резюме

Термины «гардамавали» и «гардаували», применяемые к глаголам картвельских языков для обозначения определенных синтаксических отношений, являются переводами терминов, употребляемых в специальной литера-

¹ ამას რომ ვამბობ, მხედველობაში არა მაქვს, რა თქმა უნდა, ის გარემოება, რომ მრავალ შემთხვევაში სხვა ენათა პირი. ობიექტი არ ემთხვევა ჩვენი ენების პირი. ობიექტს. ასეთებია, მაგ., *побить кою*, *спросить кою*, *позеловать кою* და მისთ., რაც ქართულად იქნება: ვსცემე მას, ვაკითხე მას, ვაკოცე მას, სადაც რუს. პირი. ობიექტის ალაგი ქართულში ირიბ-მა დაიჭირა.

туре индоевр. языков (лат. *v. transitivum, v. intransitivum*, рус. гл. *переходный, гл. непереходный*).

Само собой разумеется, что, употребляя означенные термины по отношению к картвельским языкам, мы тем самым допускаем, что существует нечто общее между индоевропейскими и картвельскими языками. Если бы не это «нечто общее», то употребление их в отношении глагольных форм картв. языков было бы лишено всякого основания. Это «нечто общее» не может иметь формально-грамматического характера, ибо вопрос о переходности глаголов, с формальной точки зрения, не может быть одинаково решен в индоевр. и картв. языках, поскольку в падежных языках индоевропейского мира (в греч., латин., русск., нем. и др.) переходность глагола узнается по прямому объекту, стоящему в винительном падеже, а в беспадежных языках (франц., англ.) — по прямому же объекту, имеющему определенное место в предложении. В картв. языках, с одной стороны, нет падежа, называемого винительным; с другой же стороны, для квалификации членов предложения не имеет значения порядок их. Стало быть, «нечто общее» между индоевр. и картв. языками надо искать в области функций.

Для установления переходности глагола в картв. языках необходимо, чтобы он был трех- или двухличным и требовал постановки прямого объекта.

Глагол одноличный, или же двухличный, но такой, который не имеет или не может иметь при себе прямого объекта, является непереходным.

Не имея специального падежа (винительного) для пр. объекта, картв. глаголы выражают его своеобразно, прибегая к комбинационному способу: с формами рядов первой и второй серий пр. объект стоит в дательном, а с формами рядов второй и третьей серий — в именительном¹. Этот пр. объект резко разграничен от субъекта, которому в этих случаях отводятся другие падежи (в первой серии именительный, во второй активный, а в третьей дательный). Падежи чередуются, вместе с прямым объектом, и у субъекта. Но чередование падежей субъекта является характерным для наличия переходности глагола постольку, поскольку падежи чередуются и у объекта.

Вообще, глагол не является переходным и не может быть таковым, если у него нет возможности иметь при себе прямой объект, на который «переходит» действие субъекта. Посему такие глаголы, как *იძულება* *iduba* (он *кшл.*), *იკვობა* *ikvoba* (он *жил.*), *იარება* *iarseba* (он *существовал.*) и т. п. непереходны, несмотря на то, что падежи у их субъектов чередуются (т. е. меняются в зависимости от серийных форм глагола). Вследствие того, что глаголы типа вышеозначенных лишены всякого содержания переходности, становится возможным использовать их для восполнения недостающих форм искони непереходных глаголов одного с ними корня: *იკვობობს* *ikvobobs* (*живет*) — *იკვობებდა* *ikvobebda* (*будет жить*), *იკვობა* *ikvoba* (он *жил.*).

¹ О категории ряла см. мое исследование [1].

Чередование падежей субъекта у таких глаголов показывает, что эти формы переходны исторически, с генетической точки зрения, а не по морфологическим признакам, или по синтаксической силе, присущей им в настоящее время.

Потеря объектного лица у двухличных переходных глаголов и превращение их в непереходные повлекли за собой синтаксическое приравнивание некоторых из этих глаголов к непереходным глаголам обычного типа в гурийском говоре груз. языка: გაიარა ბევრი ხანი (прошло много времени) вმ. გაიარა ბევრმა ხანმა.

Академия Наук Грузинской ССР
Институт Языка имени акад. Н. Я. Марра
Тбилиси

დამოწმებული ლიტერატურა— ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Марр. Этимология имени Мхитар и глагола *მხიქმარე*. ЗВО, XVII, 30—31.
2. ა. შანიძე. ქართ. გრამატიკა. I, მორფოლოგია. 1930
3. ა. ჩიქობავა. ერგატიული კონსტრუქციის სტაბილურისა და ლაბილური სახეობისათვის ზუნძურში (სსრკ მეცნ. აკადემიის საქ. ფილიალის სესია. დღის წესრიგი და მოხსენებათა თეზისები) 1939.
4. ე. ნინოშვილი. პარტახი, აეტოგრაფის მიხედვით გამოცემული ა. შანიძის რედაქციით, 1935.
5. И. Кипшидзе. Грамматика мингрельского языка. СПб. 1914.
6. ე. თოფურია. სინტაქსური ანალოგიის ერთი შემთხვევა ქართული დიალექტების მიხედვით: „ჩვენი მეცნიერება“. 1923, (№ 1), 112—121.
7. ს. ელენტი. გურული კილო. 1936.
8. H. Schuchardt. Über den passiven Charakter des Transitivs in den kaukasischen Sprachen Wien. 1895.
9. ა. ჩიქობავა. მარტივ წინადადების პრობლემა ქართულში. 1928.
10. ე. თოფურია. სვანური ენა. 1931.
11. ა. ჩიქობავა. ჭანურის გრამატიკული ანალიზი. 1936.
12. А. Шанидзе. Категория ряда в глаголе. Известия ИЯИМК, X, 209—229.



ენათმეცნიერება

აკადემიკოსი არნ. ჩიქობავა

მანვილის საკითხისათვის ძველ ქართულში

(წინასწარი მოხსენება)

II¹

პირველ წერილში განვიხილეთ მანვილის მოქმედებასთან დაკავშირებით უმარცვლო და მარცვლიანი უ-ს მონაცვლეობა ძვ. ქართულსა და ზანურში, შემდეგ — ორმარცვლიან ქართულ სიტყვათა ერთმარცვლიანად ქცევა ისევ მანვილის ზეგავლენით:

- თაფლ- — თაფალ- (შდრ. მეგრ. თოფურ-)
- მიგმს — მიგამს
- ძმა- — ძამძ — (შდრ. ქან. ჯუმა-).

ძამა- ტიპის სიტყვებში მანვილი უკანასკნელ მარცვალზე იყო, თაფლ-, მიგმს- ტიპისაში — პირველ მარცვალზე. ეს მანვილიანი მარცვალი ბოლოდან მეორე იყო.

თავში, პირველ მარცვალზე, დასმული მანვილი შეიძლება ბოლოდან მესამე მარცვალზე აღმოჩენილიყო; ამის ნიმუშს იფქლ-ში ვპოვებთ.

თავში დასმული მანვილი ისეთივე ინტენსიური დინამიკური მანვილი უნდა ყოფილიყო, როგორც ძმა, დღე, სუმა და მაგვარებში გვაქვს.

მართლაც: თაფლ-ში მის ზეგავლენით -აღ-ლ-: -ა დაიკარგა. იფქლ-ში კიდევ ორი ხმოვანი უნდა გვექონდეს დაკარგული: ი-ფე ქ-ა ლ-: -ლ- აქ ისეთივეა, როგორც თაფლ- ფუძეში; ხოლო ძირეულ მასალას ფექ- (ანდა ფაქ-) წარმოადგენს: შდრ. სვან. ფექ „ფქვილი“.

ორი ხმოვანია, ეტყობა, დაკარგული მრჩობლ-შიც:

მ რ ჩ ო ბ ლ- — მ ა რ ჩ ო ბ ა ლ-:

ბოლოკიდური -ლ დეტერმინანტ-სუფიქსის გამარტივებული, ოდენ-თან-ხმოვანი ვარიანტია: -ლ —აღ- (შდრ. თაფლ-).

მეორე მხრით, მარჩბივ-ის პირველი მარცვალი მიგვითითებს, რომ მრჩობლ-შიც მარ- გვექონდა.

ამგვარად, მრჩობლ-მა ორი ხმოვანი დაკარგა; ერთი — პირველ მარცვალში, მეორე — უკანასკნელში: ო-ზე მოქცეული მანვილის ინტენსიობის დასახასიათებლად ესეც საკმარისია.

¹ პირველი ნაწილი იხ. „საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე“, ტ. III, № 2, 1942 წ.

საინტერესოა რომ -ივ (-ევ) სუფიქსები ისეთ შემთხვევაშიც იწვევენ ფუძისეული ხმოვნის ამოღებას, როდესაც ამას ხმოვნით დაწყებული სხვა აფიქსი ან სულ არ იძლევა, ანდა —მეტად იშვიათად:

შდრ. ძალ-ით (იშვიათია: ძლით), მაგრამ—ძლ-ივ („ძალივ“ შეუძლებელია). აგრეთვე:

- ძლ-ი-ერ- — ძალ-ივ-ერ-
- ა-ძალ-ებ-ს, მაგრამ—ა-ძლ-ევ-ს
- გუერდ-ით, მაგრამ—ი-გურდ-ივ...

მახვილის მოძრავობის დამადასტურებელი ზოგი ფაქტი უკვე გვქონდა. შეიძლებოდა დაგვემატებინა ერთიც:

- ღუჭ-ლ- — ღუაწ-ალ-
- მო-ღუჭ-ლ-ე
- უ-ღუჭ-ლ-ი: აქ ყველგან მახვილი წ-ს წინამავალ ა-ზე უნდა ყოფილიყო.

მაგრამ გვაქვს: ღუჭ-ს (—ღუაწ-ს-); ჩანს, აქ მახვილმა ბოლოსაკენ გადაინაცვლა.

ძმ-ს-, დღ-მ-, ჩჩვლ-, თთუ-მ-, სუმ-ს-, თქუმ-ს-...

ძლ-რვ — ძალ-ივ — ერთის მხრით...

თათ-ლ-, ვაშ-ლ-, ძაღ-ლ-, ცეცხ-ლ-... მრ-ვმ-ს, მრ-ჩ-ს, მრ-ც-... — მეორე მხრით, აგრეთვე რ-ფქ-ლ-... და მსგავსი ფაქტები ააშკარავებენ, რომ:

1. ძველ ქართულში მახვილი შეიძლებოდა ყოფილიყო, როგორც უკანასკნელ მარცვალზე, ისე თავ-მარცვალზე, იქნებოდა იგი მეორე მარცვალზე ბოლოდან თუ მესამე;

- 2. მახვილი იყო ინტენსიური, დინამიკური.
- 3. მახვილი არ იყო ფიქსირებული, არამედ — მოძრავი.
- 4. მახვილთან შინაგან კავშირში იყო ხმოვნის დაკარგვა (ფუძეში თუ აფიქსში).

ძველ ქართულში, რომ ვამბობთ, ამას დახუსტება ესაჭიროება. ძველ ქართულში რამდენიმე დიალექტობრივი თუ ენობრივი ფენია შენიშნული (ვ, დ, ნ, ლ, ს...).

ცხადია, ყველას მახვილის მხრივ ერთსა და იმავე ვითარებას ვერ მივაწერთ: ხმოვნის დაკარგვის მეტად ძლიერი ტენდენცია, — ძლივ-ში მოცემული, — შეუძლებელია ერთ სიბრტყეზე მოვითავსოთ ისეთ ფორმებთან, როგორიცაა: სადიდებელად, უგრძნობელად, —პირველში ხმოვნის დახუსტება-დაკარგვა მკვეთრად დაჩნდება, მახვილი ძლიერია, მეორეში ხმოვნის დაკარგვა გაცილებით უფრო სუსტია: აქ მახვილი შეუძლებელია ისეთივე ყოფილიყოს, როგორიც —პირველ შემთხვევაში.

ინტენსიური მახვილის მქონე ორი დიალექტობრივი (თუ ენობრივი) ფენა ძველ ქართულში ფაქტია: ერთი უპირატესად ბოლო მარცვალზე სვამს მახვილს (ძმბ), მეორე უპირატესად—თავ-მარცვალზე (თაფ-ლ-, რფ-ქ-ლ-).

ორივეში მახვილი ინტენსიურია, დინამიკურია, არაფიქსირებულია. ალბათ, ისეთი კილოებიც იყო, სადაც მახვილი არ იყო არც ინტენსიური და არც დინამიკური, არაჲედ—მუსიკალური: ფუძეუკუმშველობა ამ კილოს (თუ კილოების) შემონატანია ძველ ქართულში.

რომ ეს ასეა, მტკიცდება რიგი ფაქტებით: ქართულ კილოებში, როგორცაა მთიულური, ზემო-რაჭული, ფერეიდნული მოგვეპოვება ფენომენი, რომელიც გრძელი ხმოვნის აკუსტიკურ შთაბეჭდილებას ტოვებს, ნამდვილად კი მუსიკალური (ტონური) მახვილია ([3], გვ. 339 და შემდ.; [4], გვ. 200 და შემდ.).

შემთხვევა გვქონდა ამგვარივე მოვლენა დაგვედასტურებინა ქანურის არქაზულსა და ათინურ კილოკავებში (არქაზელი—ქალი იყო, ათინელი—ვაჟი, ისეთი სოფლიდან, რომელიც ზღვის ნაპირს შორავს [5], გვ. 41—42).

არს. ონიანის „ლაშური ტექსტების“ წინასიტყვაობაში ნ. მარი წერდა: „ამ ტექსტებში საქმეს ართულებს ისიც, რომ ძნელი გასარჩევია ბუნებრივი სიგრძე და მარცვლის პროსოდიული დაგრძელება, განსაკუთრებით—ლექსში, სადაც სიგრძე სრულებით იკარგება“ ([6], წინასიტყვ. V).

ასევე ქრება ლექსებში მთიულურის „გრძელი ხმოვანი“. ბუნებრივია, დაისვას კითხვა: არის კი ასეთი გრძელი ხმოვანი სვანურისა მართლა გრძელი ხმოვანი, თუ ესაა მუსიკალურ მახვილთან დაკავშირებული ხმოვნის დაგრძელება? ჩვენ ბუნებრივად ვთვლით უკანასკნელს, თუმცა სვანურის სპეციალური შესწავლაა წინასწარ აუცილებელი, სანამ საბოლოო დასკვნა გაკეთდებოდეს. მაგრამ სვანურის გარეშეც სხვა ქართველურ ენათა ჩვენება უეჭველს ხდის, რომ მუსიკალური მახვილი ქართველურ ენებში ფაქტია.

ეს კი ბუნებრივად სვამს კითხვას: ბოლოს და ბოლოს რა უნდა ვივარაუდოთ ქართველური ენებისათვის წარსულში—დინამიკური მახვილი თუ მუსიკალური? ერთი და მეორეც! უკეთ: ზოგში—ერთი, ზოგში—უპირატესად მეორე: ამჟამად საყოველთაოდ მიღებულია აზრი, რომ დინამიკური და მუსიკალური მახვილი ერთი მეორის გვერდით გვაქვს ყველა ენაში. ოღონდ ერთ ენაში ერთი გადაწონის ხოლმე, მეორეში—მეორე“ ([2], § 18, გვ. 37; [1], § 42, გვ. 17), ასე, მაგალითად: ზოგ გერმანულ დიალექტებში, როგორცაა, შვაბური, ფრანკული, რაინული, მუსიკალური მახვილი დასტურდება, ქვემო გერმანულს კი მთლიანად დინამიკური მახვილი ახასიათებს ([7], გვ. 420).

დინამიკური მახვილის გაძლიერებას ხმოვანთა დაქუსტება-დაკარგვისაკენ მიეყავართ, მუსიკალურ მახვილს ეს ნაკლებ ახლავს.

ახალი ქართული სალიტერატურო მეტყველება უთუოდ განსხვავდება ძველი ქართულისაგან მახვილის საკითხში: მოხდენილად შენიშნა პ. შუხარდტმა: მახვილის მხრივ ახ. ქართული მოგვაგონებს ზღვას ლეღვის შემდეგო ([8], გვ. 14). —მახვილის მწვერვალები მოიშალა, სიტყვის ფონეტიკურ ზედაპირზე მახვი-

ლიანი და უმახვილო მარცვლების სხვაობა ოდნავ შესამჩნევია.

ეს ხელს უწყობს მუსიკალური მახვილის ელემენტთა როლის ზრდას. კერძოდ, იმ ინტონაციის ხვედრი წონა ხდება განსაკუთრებით ანგარიშგასაწევი, რაც შესიტყვებას, სიტყვათა სინტაქსურ შენაერთს, ფრაზას ახასიათებს¹. ესაა რიტმული ჯგუფის მახვილი, რიტმული მახვილი, როგორც მას ლ. შერბა უწოდებს ([9], § 92, გვ. 78—79).

ახეთ პირობებში ხმოვნის ამოღება უკვე ტრადიციის საქმეა—ლიტერატურულს ქართულშიცა და კილოებშიც! ეგევე გარემოება უნდა გავითვალისწინოთ სვანურში მახვილის საკითხის რკვევისას.

ეს რიტმული ჯგუფის მახვილი ნთქავს სიტყვის მახვილს გაბმულ მეტყველებაში, სუსტი დინამიკური მახვილი სიტყვისა იჩრდილება. ცალკე აღებული სიტყვა?

მაგრამ ცალკე სიტყვას ფრანგულშიც აქვს მახვილი, გაცილებით უფრო მკვეთრად გამოხატული, ვინემ ქართულში; როგორც ლ. შერბა აღნიშნავს, მას ფრანგი ფონეტიკოსები უწოდებენ დინამიკურს, მუსიკალურსა და კვანტიტატიურს ([9], § 101, გვ. 83).

მაგრამ ამისდა მიუხედავად ძალაშია დებულება, რომ ფრაზაში ფრანგული სიტყვები ფონეტიკურად აღარ გამოიყოფა ([9], § 99, 82). მახვილი აქვს არა სიტყვას, არამედ სიტყვათა ჯგუფს, რომელიც მეტყველებაში აზრით ერთიანობას გამოხატავს, და მახვილი ამ ჯგუფის უკანასკნელი სიტყვის უკანასკნელ მარცვალზე მოდის ([9], § 92, გვ. 78).

მით უფრო მეტი საფუძველი გვაქვს ვთქვათ, რომ ახალ ქართულში მახვილის საკითხი, პირველ ყოვლისა, არის „**რიტმული ჯგუფის**“ (ფრაზის) მახვილის საკითხი: **მახვილის ამოცანა, უწინარეს ყოვლისა, ფრაზაში უნდა იქნეს დასმული და გადაჭრილი.**

21.4.1941.

P. S. ქართულის შესახებ სპეციალურ ლიტერატურაში მახვილის საკითხს გაკერით ეხებიან: მახვილის საკითხი დაყვანილია მხოლოდ ერთ კერძო საკითხამდის—**რომელ მარცვალს ხვდება** მახვილი; სხვა კითხვები: დინამიკურია თუ მუსიკალური მახვილი, ერთნაირი იყო თუ არა მახვილი ძველ ქართულ კილოებში, ძველ სალიტერატუროსა და ახალ სალიტერატურო ქართულში, რა მიმართებაა სიტყვის მახვილსა და ფრაზის მახვილს შორის...—**ყურადღებამ** გარეშე რჩება (იხ., მაგალ., ([10], §§ 16—18, გვ. 13—14). აქ ნათქვამია, რომ ქართულში მახვილიანი მარცვლებია მეორე და მესამე ბოლოდან; შეიძლება: ქართველი და ქართველი, მწერალი და მწერალი:...

(¹ ამ მხრივ განსაკუთრებით ყურადღების ღირსია გურული, ზემო-იმერული, ქართველ-კერძოდ, ქუთაისის ებრაელთა (ქართული) მეტყველება.

ოთხ და ხუთმარცვლიან სიტყვას ორი მახვილი შეიძლება ჰქონდეს...; თუ ხუთმარცვლიანზე მეტია სიტყვა, მეორე მახვილი სავალდებულოა—აღმაშენებელი... ([10], § 16). გაბმულ მეტყველებაში ერთმარცვლიანი სიტყვები ენკლიტიკისა და პროკლიტიკის სახეს იღებენ, მაგრამ ამ შემთხვევაშიც მახვილის წესები ისეთივეა, როგორც ცალკე სიტყვაში ([10], § 18).

აკ. შანიძის „ქართული ენის გრამატიკაში“ 1. „მორფოლოგია“—მახვილის საკითხი განხილული არაა; ეგევე ითქმის იმავე ავტორის სასკოლო სახელმძღვანელოს შესახებაც.

სხვა ავტორთაგან განსხვავებით მახვილის ბუნებას—ახალი ქართულის შესახებ მსჯელობისას—ყურადღებას აქცევენ ნორვეგიული მკვლევრები ე. ზელმერი ([11] გვ. 6—7) და ჰ. ფოხტი ([12], გვ. 16). უკანასკნელი გაკრით აღნიშნავს ფრაზის რიტმის გავლენასაც სიტყვის მახვილზე ([12], გვ. 17).

ჰ. ფოხტი ფიქრობს: ვოკალიზმის ისტორიულ განვითარებაზე ქართულში მახვილს გავლენა არ მოუხდენიაო ([11], გვ. 49) (შდრ. ზემოთ, გვ. 298).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ენის ინსტიტუტი აკად. ნ. შარის სახელობისა
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 26.1.1942)

ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ

Академик АРН. ЧИКОБАВА

К ВОПРОСУ ОБ УДАРЕНИИ В ДРЕВНЕ-ГРУЗИНСКОМ
ЛИТЕРАТУРНОМ ЯЗЫКЕ. II

(Предварительное сообщение)¹

Резюме

В специальной литературе по грузинскому языку вопрос об ударении сводится обычно к вопросу о месте ударения в слове² между тем, как для решения данного вопроса необходимо учесть:

- a) характер ударения;
- в) взаимоотношение словесного и фразового (ритмического) ударения (Л. В. Шерба);
- с) место ударения (при наличии словесного ударения);
- д) эволюцию ударения в связи с развитием языка.

Анализируя случаи выпадения гласных в древне-грузинском литературном языке, а также определенные факты т. н. *полномасия* в ванском языке,

¹ Доложено на второй сессии Отделения общественных наук Академии наук Грузинской ССР 13.6.1942.

² Исключения составляют работы Selmer'a [11] и Vogt'a [12].

равно как некоторые данные грузинских современных диалектов, автор выдвигает следующие положения:

1. Для *ново-грузинского* литературного языка характерно превалирование фразового (ритмического) ударения над словесным. Ударение — динамическое, слабое, в пределах слова — фиксированное.

2. В *древне-грузинском* литературном языке (по крайней мере, в двух диалектах, представленных в нем) ударение было динамическим, интенсивным, нефиксированным:

так, оно могло падать на последний слог, вызывая выпадение гласного в предшествующем слоге;

или же — падать на начальный слог, вызывая выпадение гласного в последующем слоге: в обоих случаях двухсложные слова превращались в односложные:

მე-ვმ-ს mi-qm-s „надлежит мне“ ← მმ- ვამს mi- qam-s *срв.* ვამ-ს qam-s „надлежит“

თმ-ლ- táp-l- „мед“ ← *თმ-ალ- *táp-al *ср. мегр.-чан.* თოფ-ურ- top-ur- „мед“

ძმ-ს ჯმ-ა „брат“ ← ძმ-ს ჯამ-ა *ср. чан.* ჯუმ-ა ჯum-a, *მეგრ.* ჯიმ-ა ჯim-a...

О силе ударения можно судить по такому примеру, как იქ-ლ- ipk-l- (род „пшеницы“), где под влиянием ударения, падающего на первый от начала слог в последующих двух слогах имело место выпадение, по всей видимости, двух гласных:

ი-ექ-ლ- i-pk-l ← ი-ექ-ალ- i-pek-al-...

3. Выпадение гласных в древне-грузинском литературном языке обусловлено ударением, между тем как демонстративное отсутствие этого явления (выпадения) в определенных случаях (напр., სადიდებლად sadidebelad «для восхваления» вместо обычной формы სადიდებლად sadideblad) вклад живой диалектной среды с ударением *того* характера и *иной* силы.

Выпадение гласных имеет место и в современном литературном грузинском языке, но это скорее результат установившейся традиционной нормы (чем влияния ударения).

4. В *занском* языке, в *чанском* и *мегрельском* его диалектах, по всей вероятности, доминировало музыкальное ударение, пережиточно сохранившееся в отдельных чанских говорах (в аркабском, в атинском); выпадение гласных, как правило, места не имело. Чанское и мегрельское полногласие было бы немыслимо при наличии в соответствующей речи ударения, какое было свойственно древнегрузинскому языку (точнее: определенным диалектам, представленным в нем).

5. Вопрос о природе ударения в *сванском* языке требует детального анализа по диалектам, причем особенно должна учитываться связь между



ударением и т. н. долгой гласных, наблюдающейся в определенных диалектах, но—лишь в прозе: в стихах «долгота» исчезает (аналогичное явление имеет место в мтиульском говоре грузинского языка: здесь «долгота» гласных—функция ритмического ударения).

Академия Наук Грузинской ССР
Институт Языка имени акад. Н. Я. Марра
Тбилиси

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. H. Hirt. Indogermanische Grammatik, Bd. V. Der Akzent. Heidelberg, 1929.
2. K. Brugmann. Kurze vergleichende Grammatik der indogermanischen Sprachen. Strassburg, 1904.
3. არნ. ჩიქობავა. გრძელი ხმოვნები მთიულურში. თბილისის უნივერსიტეტის მოამბე, ტ. IV, 1924.
4. არნ. ჩიქობავა. ფერეიდნულის მთავარი თავისებურებანი. თბილისის უნივერსიტეტის მოამბე, ტ. VII, 1927.
5. არნ. ჩიქობავა. კანურის გრამატიკული ანალიზი ტექსტებითურთ. სსრკ მეცნ. აკად. საჭრთვ. ფილიალის გამოცემა, 1936.
6. არსენ თნიანი. სვანური ტექსტები ლაშხურ კილოზე—ნ. მარის რედაქციით. Материалы по яфетическому языковедению, IX. პეტროგრადი, 1917.
7. W. Wundt. Völkerpsychologie, Die Sprache, II (მესამე გამოცემა) 1912.
8. H. Schuchardt. Über das Georgische. Wien, 1895.
9. Л. В. Щерб а. Фонетика французского языка. Ленинград, 1939.
10. Н. Я. Марр. Грамматика древнелитературного грузинского языка. Ленинград, 1925
11. E. W. Selmer. Georgische Experimentalstudien mit einem Nachtrag von H. Vogt Oslo, 1935.
12. H. Vogt. Esquisse d'une grammaire du géorgien moderne. Oslo, 1936.



К СТАТЬЕ А. К. ХАРАДЗЕ «ОБ ОДНОМ ПРИМЕНЕНИИ ПОЛИНОМОВ, АНАЛОГИЧНЫХ ЯКОБИЕВЫМ»

(Сообщения Груз. Фил. АН СССР, т. II, № 1—2, 1941).

На стр. 15 указанного выпуска неудачно сформулировано одно предложение, что может вызвать у читателей недоумение.

В тексте сказано: «равенство (1) эквивалентно формуле Taylor'a». Смысл этого выражения, как это между прочим видно из всего дальнейшего изложения, состоит в том, что равенство (1) накладывает на функцию $f(x) \equiv F^{(p+1)}(x)$, условие, непосредственно вытекающее из соответствующей формулы Taylor'a.

То же самое относится к равенству (2) на стр. 16. Очевидно, оно выражает условие $f(1) - f(-1) = f'(1) + f'(-1)$, вытекающее из формулы механической квадратуры, соответствующей способу трапеций.

А. К. Харадзе.

ОТ РЕДАКЦИИ

Публикация работы Л. П. Гоквели «О понятии существования в математике» переносится в «Труды Тбилисского Математического Института», т. XI.

საქართველოს აკადემიის ბიულეტენი
საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

საზოგადოებრივი მეცნიერებების განყოფილება

Ответственный редактор акад. Н. И. Мусхелишвили

Подписано к печати 27.3.1942 г. Объем 6 печ. форм. Авторских листов 775.

Колич. тип. зап. в 1 печ. листе 52,000. УЭ 6644. Заказ № 137.

Тираж 600 экз.

Типография Академии Наук Грузинской ССР, Тбилиси, улица А. Церетели, 7.



ქართული
ნაციონალური
ბიბლიოთეკა